PUBLISHED BY
UNIVERSITY OF NEW MEXICO AND
NEUTROSOPHIC SCIENCE
INTERNATIONAL ASSOCIATION.

VOL 01
2018

NEUTROSOPHIC COMPUTING AND MACHINE LEARNING

ISSN 2574-1101 (ONLINE)
ISSN 2574-1098 (PRINT)

Información para Autores y Suscriptores

"Neutrosophic Computing and Machine Learning" (NCML) es una revista académica que ha sido creada para publicaciones de estudios avanzados en neutrosofía, conjunto neutrosófico, lógica neutrosófica, probabilidad neutrosófica, estadística neutrosófica, enfoques neutrosóficos para el aprendizaje automático, etc. y sus aplicaciones en cualquier campo.

Todos los trabajos presentados deben ser profesionales, con un buen uso del idioma inglés o español, que contengan una breve reseña de un problema y los resultados obtenidos.

La neutrosofía es una nueva rama de la filosofía la cual estudia el origen, naturaleza y alcance de las neutralidades, así como sus interacciones con diferentes espectros ideacionales. La teoría considera que cualquier noción o idea <A> junto a su opuesto o negación <antiA> y el espectro de neutralidades <neutA> entre ellos(es decir nociones o idea que no soportan a ni a <A> ni a <antiA>). Las ideas <neuA> y <antiA> juntas son nombradas <noA>.

La neutrosofía es una generalización de la dialéctica de Hegel (Esta última es basada en <A> y <AntiA> solamente).

De acuerdo a esta teoría toda idea <A> tiende a ser neutralizada y balanceada por <antiA> y <noA>-como un estado de equilibrio.

En su forma clásica <A>, <neutA>, <antiA> son disjuntos dos por dos. Pero como en varios casos los límites entre conceptos son vagas a imprecisas, es posible que <A>, <neutA>, <antiA> (y <nonA> por supuesto) tengan partes comunes dos por dos también, o incluso los tres a la vez.

Los conjunto neutrosóficos y la lógica neutrosófica son generalizaciones de los conjuntos difusos de la lógica difusa respectivamente (y especialmente de los conjuntos intuicionista y respectivamente de la lógica difusa intuicionista). En la lógica neutrosófica cada proposición tiene un grado de veracidad (T), un grado de indeterminación (I) y un grado de falsedad (F) donde T, I, F son subconjuntos estándar o no estándar de] -0, 1+ [,

La Probabilidad Neutrosófica es una generalización de las probabilidades clásicas e imprecisas.

La estadística neutrosófica es una generalización de la estadísticas clásicas e imprecisas.

Lo que distingue a la neutrosofía de otros campos es el <neutA>, que no significa ni <A> ni <antiA>.

<neutA> , el cual por supuesto depende de <A>, puede ser indeterminación, neutralidad, empate en un juego, desconocimiento, contradicción, ignorancia, imprecisión, etc.

Todos los envíos deben realizarse con el siguiente formato: http://fs.gallup.unm.edu/NCML/NCML-paper-template.doc

http://fs.gallup.unm.edu/ebooks-other formats.htm

Para poner a consideración un trabajo, envíe el archivo por correo electrónico a los editores en jefe. Para solicitar problemas impresos, póngase en contacto con los editores. Esta revista es de acceso abierto, no comercial, edición académica. Es impreso para donaciones privadas.

Más información sobre la neutrosofía, así como un conjunto de libros y materiales en distintos idiomas se encuentran libremente disponibles en el sitio de la UNM: http://fs.gallup.unm.edu/neutrosophy.htm

La página principal de esta revista puede ser accedida en:

http://fs.gallup.unm.edu/NCML/

Neutrosophic Computing and Machine Learning

A Quarterly International Journal in Information Science and Engineering

Address: Neutrosophic Computation and Machine Learning, University of New Mexico, Mathematics & Science Department, 705 Gurley Ave., Gallup, NM 87301, U.S.A.
E-mail: smarand@unm.edu.
http://fs.gallup.unm.edu/NCML/

Content



Neutrosophic Computing and Machine Learning , Vol. 1, 2018
University of New Mexico



Fundamentos de la lógica y los conjuntos neutrosóficos y su papel en la inteligencia artificial

Fundamentals of neutrosophic logic and sets and their role in artificial intelligence

Florentin Smarandache[1] , Maikel Leyva-Vázquez[2]

[1]Mathematics & Science Department, University of New Mexico. 705 Gurley Ave., Gallup, NM 87301, USA. e-mail: fsmarandache@gmail.com
[2] Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas, Guayaquil Ecuador. Email: mleyvaz@gmail.com

Abstract: Neutrosophy is a new branch of philosophy which studies the origin, nature and scope of neutralities. This has formed the basis for a series of mathematical theories that generalize the classical and fuzzy theories such as the neutrosophic sets and the neutrosophic logic. In the paper, the fundamental concepts related to neutrosophy and its antecedents are presented. Additionally, fundamental concepts of artificial intelligence will be defined and how neutrosophy has come to strengthen this discipline.

Keywords: neutrosophy, neutrosophic logic, neutrosophic sets, artificial intelligence.

1. Introducción

La neutrosofía es una nueva rama de la filosofía [1] la cual estudia el origen, naturaleza y alcance de las neutralidades, así como sus interacciones con diferentes espectros ideacionales: (A) es una idea, proposición, teoría, evento, concepto o entidad; anti (A) es el opuesto de (A); y (neut-A) significa ni (A) ni anti (A), es decir, la neutralidad entre los dos extremos [2]. Etimológicamente neutron-sofía [Frances neutre < Latin neuter, neutral, y griego sophia, conocimiento] significa conocimiento de los pensamiento neutrales y comenzó en 1995.

Su teoría fundamental afirma que toda idea < A > tiende a ser neutralizada, disminuida, balaceada por <noA> las ideas (no solo <antiA> como Hegel planteó)- como un estado de equilibrio.

<noA> = lo que no es <A>,
<antiA> = lo opuesto a <A>, y
<neutA> = los que no es <A> ni <antiA>.
En su forma clásica <A>, <neutA>, <antiA> son disjuntos de dos en dos.

Como en varios casos los límites entre conceptos son vagos a imprecisas, es posible que <A>, <neutA>, <antiA> (y <nonA> por supuesto) tengan partes comunes dos en dos también.

Esta teoría ha constituido la base para la lógica neutrosófica [3], los conjuntos neutrosófica [4], la probabilidad neutrosófica , y la estadística neutrosófica y multiples aplicaciones prácticas [5].

Antecedentes

El conjunto difuso (FS por sus siglas en inglés) fue introducido por L. Zadeh [6] en 1965, planteando que cada elemento tiene un grado de pertenencia . la teoría clásica de conjuntos, añadiendo una función de pertenencia [7].

La función de pertenencia o inclusión $\mu_a(t)$ indica el grado n en que la variable t está incluida en el concepto

representado por la etiqueta A [8]. Para la definición de estas funciones de pertenencia se utilizan convenientemente ciertas familias de funciones, por coincidir con el significado lingüístico de las etiquetas más utilizadas. Las más utilizadas con mayor frecuencia son triangular, trapezoidal y gaussiana (Figura 1).

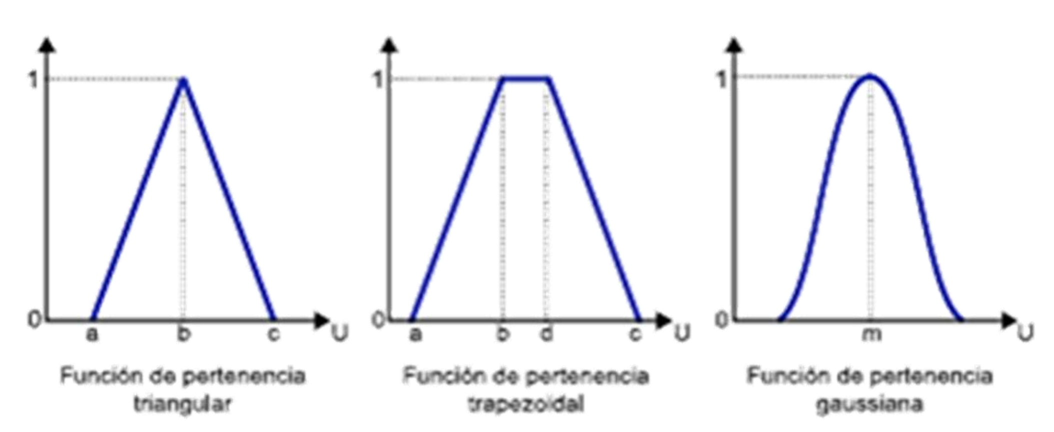


Figura 1 Representación gráfica de las funciones de pertenencia triangular, trapezoidal y gaussiana [9].

El conjunto difuso intuicionista (IFS por sus siglas en inglés) en un universo X fue introducido por K. Atanassov [10] como una generalización de los FS, donde además del grado de pertenencia $\mu_A\ (x)\ \in [0,1]$ de cada elemento x a un conjunto A se consideró un grado de no pertenencia $\nu_A\ (x)\ \in [0,1]$, pero tal que para $x\ \in X, \mu_A\ (x)\ +\ \nu_A\ (x)\ \leq 1$..

Otro antecedente lo encontramos Belnap [11] definió una lógica de cuatro valores, con verdadero (T), falso (F), desconocida (U) y contradictorio (C). Utilizó bi-retículo donde los cuatro componentes estaban interrelacionados.

Se propuso término "neutrosófico" porque "neutrosófico" proviene etimológicamente de la "neutrosofía", que significa conocimiento del pensamiento neutro, y este tercer / neutral representa la distinción principal, es decir, la parte neutra / indeterminada / desconocida (además de la "verdad" / "pertenencia" y "falsedad" Componentes de "no pertenencia" que aparecen en la lógica borrosa / conjunto). NL es una generalización de la lógica difusa de Zadeh (LD), y especialmente de la lógica difusa intuitiva (LDI) de Atanassov, y de otras lógicas.

Conceptos Fundamentales

Sea U ser un universo de discurso, y M un conjunto incluido en U. Un elemento x de U se anota con respecto al conjunto M como x (T, I, F) y pertenece a M de la siguiente manera: es t % verdadero en el conjunto, i% indeterminado (desconocido s) en el conjunto, y f% falso, donde t varía en T, i varía en I y f varía en F. Estáticamente T, I, F son subconjuntos, pero dinámicamente T, I, F son funciones / operadores que dependen de muchos parámetros conocidos o desconocidos.

Los conjuntos neutrosóficos generalizan el conjunto difuso (especialmente el conjunto difuso e intuicionista), el conjunto paraconsistente, el conjunto intuitivo, etc.

Consideremos el intervalo de unidades no estándar $]\ -0, 1+\ [$, con bordes izquierdo y derecho vagos, imprecisos; Sea T, I, F los subconjuntos estándar o no estándar de$]\ -0, 1+\ [$;

La Lógica Neutrosófica (LN) [3] es una lógica en la que cada proposición es T% verdadera, I% indeterminada, y F% falsa;

-0 <= inf T + inf I + inf F <= sup T + sup I + sup F <= 3+;

T, I, F no son intervalos necesarios, sino cualquier conjunto (intervalos discretos, continuos, abiertos o cerrados o semi-abiertos / semi-cerrados, intersecciones o uniones de los conjuntos anteriores, etc.);

Ejemplo: la proposición P está entre 30-40% o 45-50% verdadera, 20% indeterminada y 60% o entre 66-70%

falsa (según diversos analizadores o parámetros);

El componente I, la indeterminación, se puede dividir en más subcomponentes para captar mejor la información vaga con la que trabajamos y, por ejemplo, podemos obtener respuestas más precisas a los Sistemas de Respuestas a Preguntas iniciadas por Zadeh [12].

En la lógica de cuatro valores de Belnap [11], la indeterminación se dividió en Incertidumbre (U) y Contradicción (C), pero estaban interrelacionadas.

Con respecto a la lógica difusa intuicionista En la LN no hay restricciones en T, I, F, mientras que en LDI la suma de componentes (o sus límites superiores) = 1; así la LN puede caracterizar la información incompleta (suma < 1), información paraconsistente (suma > 1).

3. Neutrosofía y números SVN

La neutrosofía como ya fue abordado fue propuesta por y Smarandache [13] para el tratamiento de la neutralidades. Esta ha formado las bases para una serie de teorías matemáticas que generalizan las teorías clásicas y difusas tales como los conjuntos neutrosóficos y la lógica neutrosófica[14] .

La definición original de valor de verdad en la lógica neutrosófica es mostrado a continuación [15]:

sean $N = \{(T, I, F) : T, I, F \subseteq [0, 1]\}n$, una valuación neutrosófica es un mapeo de un grupo de fórmulas proposicionales a N , esto es que por cada sentencia p tenemos:

$$v\,(p) = (T, I, F) \qquad (1.1)$$

Con el propósito facilitar la aplicación práctica a problema de la toma de decisiones y de la ingeniería se realizó la propuesta los conjuntos neutrosóficos de valor único [16] (SVNS por sus siglas en inglés) los cuales permiten el empleo de variable lingüísticas [17] lo que aumenta la interpretabilidad en los modelos de recomendación y el empleo de la indeterminación.

Sea X un universo de discurso. Un SVNS A sobre X es un objeto de la forma.

$$A = \{\langle x, u_A(x), r_A(x), v_A(x)\rangle : x \in X\}d \qquad (2)$$

donde $u_A(x): X \rightarrow [0,1]$, $r_A(x), : X \rightarrow [0,1]$ y $v_A(x): X \rightarrow [0,1]$ con $0 \leq u_A(x) + r_A(x) + v_A(x) :\leq 3$ para todo $x \in X$. El intervalo $u_A(x)$, $r_A(x)$ y $v_A(x)$ denotan las membrecías a verdadero, indeterminado y falso de x en A, respectivamente. Por cuestiones de conveniencia un número SVN será expresado como $A = (a, b, c)$, donde $a, b, c \in [0,1]$, y $+ b + c \leq 3$. Los números SVN han presentado múltiples aplicaciones en el campo de la Inteligencia Artificial

4. Inteligencia Artificial y la neutrosofía

La Inteligencia Artificial (IA) ha llegado más allá de la ciencia ficción, hoy en día es parte de nuestra vida cotidiana, desde el uso de un asistente personal virtual para organizar nuestra agenda, hasta que nuestros teléfonos sugieran canciones que nos pueden gustar. Más allá de facilitar nuestras vidas, los sistemas inteligentes nos están ayudando a resolver algunos de los mayores desafíos del mundo: tratar enfermedades crónicas, luchar contra el cambio climático y anticipar las amenazas meteorológicas. AI es una de las tecnologías más estratégicas del siglo XXI y con su llegada se crearán numerosos puestos de trabajo, pero otros desaparecerán y la mayoría sufrirá transformaciones [18].

Una definición de Inteligencia Artificial se propone en [19] como la ciencia, que busca la comprensión profunda de la Inteligencia. La definición de esta capacidad, la comprensión de sus límites y alcances, así como su caracterización constituyen un problema de alta complejidad.

Las áreas fundamentales de la Inteligencia Artificial son las siguientes [20]:

Representación del conocimiento y razonamiento

Aprendizaje automático

Procesamiento del lenguaje natural

Visión por computadoras

Robótica

Reconocimiento automático del habla

El Test de Turing[21] es uno de los criterios de vida mental más debatidos y polémicos desde el punto de vista filosófico relacionado a la Inteligencia Artificial. Turing plantea que, si la máquina logra convencer a los jueces humanos, resulta justificado creer que es inteligente y pensante, debido a su capacidad para suplantar a humanos mediante comportamiento lingüístico [22] .

Un elemento importante en la Inteligencia Artificial es el aprendizaje automático. El aprendizaje automático es una rama de la Inteligencia Artificial que tiene como objetivo lograr que las computadoras aprendan. Existen 5 paradigmas fundamentales de la aprendizaje automático [23]:

Algoritmos evolutivos,

Conexionismo y redes neuronales,

Simbolismo,

Redes bayesianas,

Razonamiento por analogía

Otra área de gran importancia y actualidad para la Inteligencia Artificial son los agentes conversacionales. Existen dos tipos de agentes conversacionales fundamentales, los llamados chatbot y los agentes virtuales [24].

Los agentes conversacionales responden a guiones predeterminado de dialogo y los agentes virtuales responden a preguntas más complejas adicionalmente los primeros son distribuidos fundamentalmente por aplicaciones de mensajería. Los chatbots por su parte pueden ser definidos como robots que interactúa con usuarios a través de un chat simulando ser un operador o una persona en tiempo real, excelentes para optimizar la experiencia del usuario, gestionar pedidos y resolver sus necesidades [25]. Un agente virtual por su parte es un asistente personal inteligente que puede realizar tareas u ofrecer servicios a un individuo generalmente controlados mediante la voz [26].

Otra area de relevancia es la lógica difusa y la representacion de la incertidumbre y su empleo para representar sistemas complejos [27]. Los modelos causales son herramientas empleados para la ayuda a la toma de decisones [28, 29].

la causalidad desde un punto de vista computacional, requiere de modelos causales imprecisos que contemplen la incertidumbre [30]. La teoría de los conjuntos difusos o borrosos fue introducida por Zadeh [31] ofreeciendo un marco adecuado en el tratamiento de la causalidad imperfecta, haciendo uso de la vaguedad. Para la expresión del grado de causalidad entre conceptos se pueden emplear expresiones lingüísticas como "negativamente fuerte", "positivamente fuerte", "negativamente débil", "positivamente débil", etc.[32, 33]. Los mapas cognitivos difusos[34] es una técnica creada por Kosko como una extensión de los mapas cognitivos utilizando lógica borrosa [35] los cuales son empleados para el razonamiento causal y la representacion y análisis de modelos mentales [36]. Daveport [37] plantea la necesidad de que los agentes inteligentes construyan modelos mentales incluso de situaciones ficticias.

Es en este campo de la representación de la incertidumbre en que la neutrosofía ha realizado aportes fundamentales a

la IA. Como ya fue planteada la lógica neutrosófica es una generalización de la lógica difusa basada en el concepto de neutrosofía [38, 39]. Una matriz neutrosófica, por su parte, es una matriz donde los elementos $a = (a_{ij})$ han sido reemplazados por elementos en $\langle R \cup I \rangle$, donde $\langle R \cup I \rangle$ es un anillo neutrosófica entero [40].

Un grafo neutrosófico es un grafo en el cual al menos un arco es un arco neutrosófico [41]. La matriz de adyacencia neutrosófica Los bordes significan: 0 = no hay conexión entre nudos, 1 = conexión entre nudos, I = conexión indeterminada (desconocida si es o si no). Tales nociones no se utilizan en la teoría difusa, un ejemplo de muestra a continuación:

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & I & 0 & I \\ 1 & 0 & I & 0 & 0 \\ I & I & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ I & 0 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

Si la indeterminación es introducida en un mapa cognitivo [42]entonces es llamado un mapa cognitivo neutrosófico, el cual resulta especialmente útil en la representación del conocimiento causal [38, 43].

Conclusiones

La neutrosofía es una nueva rama de la filosofía la cual estudia el origen, naturaleza y alcance de las neutralidades. Esta ha formado las bases para una serie de teorías matemáticas que generalizan las teorías clásicas y difusas tales como los conjuntos neutrosóficos y la lógica neutrosófica En el trabajo se presentaron los conceptos fundamentales relacionados con la neutrosofía y sus antecedentes. Adicionalmente se definieron conceptos fundamentales de la inteligencia artificial y cómo la neutrosofía ha venido a fortalecer esta disciplina.

Referencias

1. Smarandache, F., Neutrosophy, a new Branch of Philosophy. 2002: Infinite Study.
2. Bal, M., M.M. Shalla, and N. Olgun, Neutrosophic Triplet Cosets and Quotient Groups. Symmetry, 2018. 10(4): p. 126.
3. Smarandache, F., A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic, in Philosophy. 1999, American Research Press. p. 1-141.
4. Haibin, W., et al., Single valued neutrosophic sets. 2010: Infinite Study.
5. Smarandache, F., A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic. Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability: Neutrosophic Logic: Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability. 2003: Infinite Study.
6. Sets, F., L. Zadeh. Information and Control.–NY, 1965(8/3): p. 338-353.
7. Brio, B.M.d. and A.S. Molina, Redes Neuronales y Sistemas Borosos. Segunda Edición ed. 2001: Alfaomega.
8. Klir, G.J. and B. Yuan, Fuzzy sets and fuzzy logic. 1995: Prentice Hall New Jersey.
9. Espinilla Estévez, M., Nuevos modelos de evaluación sensorial con información lingüística, in Departamento de Informática. 2009, Universidad de Jaén: Jaen.
10. Atanassov, K.T., Intuitionistic fuzzy sets. Fuzzy sets and Systems, 1986. 20(1): p. 87-96.
11. Belnap, N.D., A useful four-valued logic, in Modern uses of multiple-valued logic. 1977, Springer. p. 5-37.
12. Zadeh, L.A. From search engines to question-answering systems the need for new tools. in Fuzzy Systems, 2003. FUZZ'03. The 12th IEEE International Conference on. 2003. IEEE.
13. Smarandache, F., A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic. Philosophy, 1999: p. 1-141.
14. Smarandache, F., A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic. Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability: Neutrsophic Logic. Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability. 2005: Infinite Study.
15. Wang, H., et al., Interval Neutrosophic Sets and Logic: Theory and Applications in Computing: Theory and Applications in Computing. 2005: Hexis.
16. Wang, H., et al., Single valued neutrosophic sets. Review of the Air Force Academy, 2010(1): p. 10.
17. Vázquez, M.Y.L., et al., Modelo para el análisis de escenarios basados en mapas cognitivos difusos: estudio de caso en software biomédico. Ingenieria y Universidad: Engineering for Development, 2013. 17(2): p. 375-390.
18. Vázquez, M.L., et al., Facebook como herramienta para el aprendizaje colaborativo de la inteligencia artificial. Didasc@lia: Didáctica y Educación, 2018. 9(1).
19. Herrera, L. and D. Muñoz, Inteligencia artificial y lenguaje natural. Lenguas Modernas, 2017(19): p. 157-165.
20. Wollowski, M., et al. A Survey of Current Practice and Teaching of AI. in AAAI. 2016.
21. Turing, A.M., Computing machinery and intelligence. Mind, 1950. 59(236): p. 433-460.
22. González, R., El Test de Turing: Dos mitos, un dogma. Revista de filosofía, 2007. 63: p. 37-53.
23. Domingos, P., The master algorithm: How the quest for the ultimate learning machine will remake our world. 2015: Basic Books.
24. D'Haro, L.F., et al., CLARA: a multifunctional virtual agent for conference support and touristic information, in Natural Language Dialog Systems and Intelligent Assistants. 2015, Springer. p. 233-239.
25. McTear, M., Z. Callejas, and D. Griol, The Conversational Interface: Talking to Smart Devices. 2016: Springer International Publishing.
26. Pant, T., Building a Virtual Assistant for Raspberry Pi: The practical guide for constructing a voice-controlled virtual assistant. 2016: Apress.
27. Leyva-Vázquez, M., et al., Técnicas para la representación del conocimiento causal: un estudio de caso en Informática Médica. Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud, 2013. 24: p. 73-83.

28. Sharif, A.M. and Z. Irani, Applying a fuzzy-morphological approach to complexity within management decision making. 2006, Emerald Group Publishing Limited. p. 930-961.
29. Glykas, M., Fuzzy Cognitive Maps: Advances in Theory, Methodologies, Tools and Applications. 2010: Springer Verlag.
30. Puente Agueda, C., Causality in Sciencie. Pensamiento Matemático, 2011(1): p. 12.
31. Zadeh, L.A., Fuzzy sets. Information and Control, 1965. 8(3): p. 338-353.
32. Sokar, I.Y., et al., KPIs Target Adjustment Based on Trade-off Evaluation Using Fuzzy Cognitive Maps. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 2011. 5(12): p. 2048-2053.
33. Pérez-Teruel, K., et al., Computación con palabras en la toma de decisiones mediante mapas cognitivos difusos. Revista Cubana de Ciencias Informáticas, 2014. 8: p. 19-34.
34. Leyva-Vázquez, M., et al., The Extended Hierarchical Linguistic Model in Fuzzy Cognitive Maps, in Technologies and Innovation: Second International Conference, CITI 2016, Guayaquil, Ecuador, November 23-25, 2016, Proceedings, R. Valencia-García, et al., Editors. 2016, Springer International Publishing: Cham. p. 39-50.
35. Kosko, B., Fuzzy cognitive maps. International Journal of Man-Machine Studies, 1986. 24(1): p. 65-75.
36. Pérez-Teruel, K., M. Leyva-Vázquez, and V. Estrada-Sentí, Mental Models Consensus Process Using Fuzzy Cognitive Maps and Computing with Words. Ingeniería y Universidad, 2015. 19: p. 173-188.
37. Davenport, D., Explaining Everything, in Fundamental Issues of Artificial Intelligence, V.C. Müller, Editor. 2016, Springer International Publishing: Cham. p. 341-354.
38. Smarandache, F., A unifying field in logics: neutrosophic logic. Neutrosophy, neutrosophic set, neutrosophic probability and statistics. 2005: American Research Press.
39. Vera, M., et al., Las habilidades del marketing como determinantes que sustentaran la competitividad de la Industria del arroz en el cantón Yaguachi. Aplicación de los números SVN a la priorización de estrategias. Neutrosophic Sets & Systems, 2016. 13.
40. Kandasamy, W.V. and F. Smarandache, Fuzzy Neutrosophic Models for Social Scientists. 2013: Education Publisher Inc.
41. Kandasamy, W.B.V. and F. Smarandache, Fuzzy cognitive maps and neutrosophic cognitive maps. 2003: American Research Press.
42. Leyva-Vázquez, M., et al. The Extended Hierarchical Linguistic Model in Fuzzy Cognitive Maps. in Technologies and Innovation: Second International Conference, CITI 2016, Guayaquil, Ecuador, November 23-25, 2016, Proceedings 2. 2016. Springer.
43. Leyva-Vázquez, M., et al., Técnicas para la representación del conocimiento causal: un estudio de caso en Informática Médica. Revista Cubana de información en ciencias de la salud, 2013. 24(1): p. 73-83.

.



Neutrosophic Computing and Machine Learning , Vol. 1, 2018

University of New Mexico



Toma de decisiones empleando números SVN
Decision making using SVN numbers

Maikel Leyva Vázquez

Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas, Guayaquil Ecuador. Email: mleyvaz@gmai.com

Abstract: Decision-making methods in the presence of indetermination are becoming increasingly important. This work presents general frameworks for decision-making and evaluation. Additionally, different aggregation models are presented. The SVN numbers and the Euclidean distance are used for the neutrality treatment as well as the scoring and accuracy functions to evaluate alternatives. Different illustrative examples for demonstrating the applicability of the proposal are presented

Keywords: decision making, evaluation, neutrosophy, SVN numbers, aggregation operator

Introducción

La toma de decisiones ha sido abordada históricamente por múltiples disciplinas desde las clásicas como la filosofía, estadística, matemática y economía, hasta más recientes como la inteligencia artificial[1, 2]. Las teorías y modelos desarrollados apuntan al soporte racional para la toma de decisiones complejas [1]. Incluyen actividades típicas tales como [3, 4]:

Definir el problema de toma de decisiones.

Analizar el problema e identificar alternativas de solución $X = \{x_1, x_2, \ldots, x_n\}$ $(n \geq 2)$.

Establecer criterio(s) de evaluación.

Seleccionar experto(s).

Evaluar alternativas.

Ordenar y seleccionar la mejor alternativa.

Implementarla y hacer el seguimiento.

Cuando el número de criterios cumplen que $\mathrm{C} = \{c_1, c_2, \ldots, c_m\}$ $(m \geq 2)$ se considera un problema de toma de decisión multicriterio [2, 5-13]. Cuando el número de expertos es tal que $K = \{k_1, k_1, \ldots, k_n\}$ $(n \geq 2)$ se considera un problema de toma de decisiones en grupo [14-22].

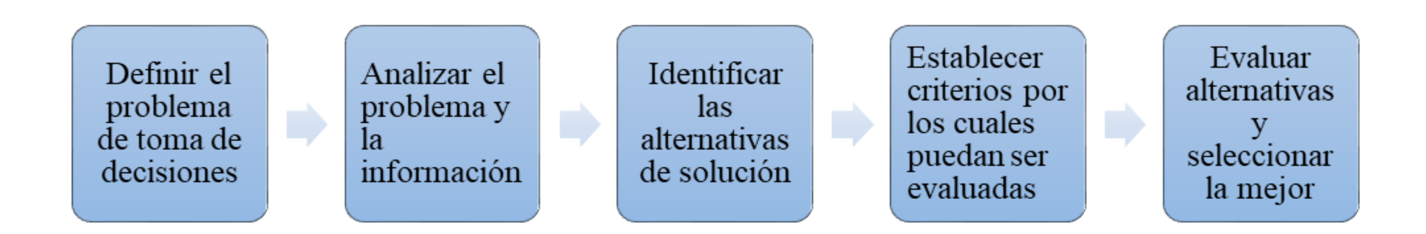


Figura 1. Proceso para la solución de un problema de toma de decisiones [3].

Según el ambiente de decisión los problemas de toma de decisiones pueden ser clasificados en tres situaciones o ambientes de decisión [1, 4]:

Ambiente de certidumbre: Son conocidos con exactitud los elementos y/o factores que intervienen en el problema. Se le puede asignar un valor exacto de utilidad a las alternativas involucradas.

Ambiente de riesgo: Alguno(s) de los elementos o factores que intervienen están sujetos al azar. Usualmente son resueltos asignando probabilidades a las alternativas según la Teoría de las Probabilidades.

Ambiente de incertidumbre: La información disponible es vaga o imprecisa generalmente asociada a apreciaciones sensoriales o subjetivas de los expertos.

En la Figura 2 se muestra el esquema de un proceso de toma de decisiones [23].

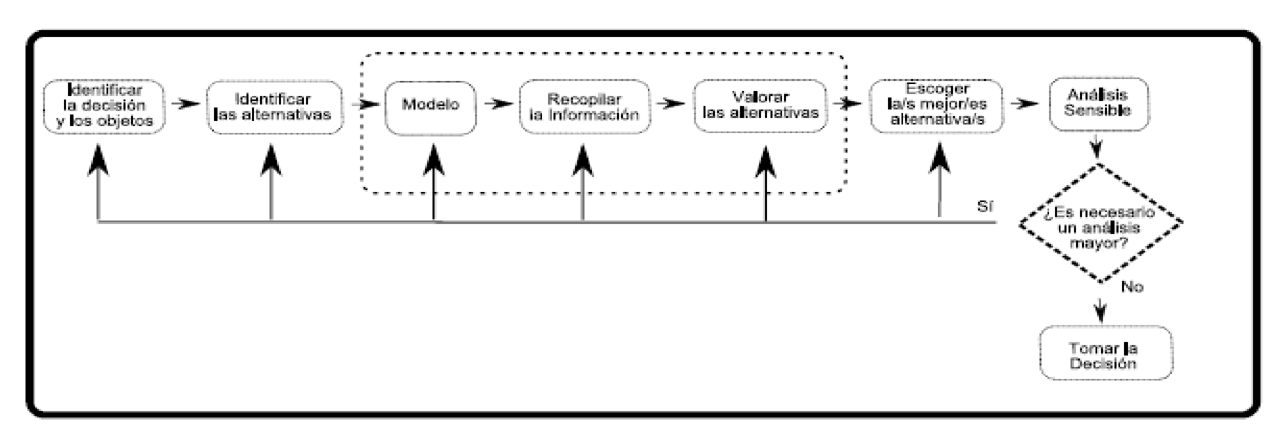


Figura 2. Esquema de un proceso de toma de decisiones[24].

En el presente trabajo se abordarán con las actividades resaltadas (Modelo,. Recopilar información, valorar alternativas)

Adicionalmente Para la obtención de las valoraciones de los expertos en los modelos de evaluación se propone el empleo de números neutrosóficos de valor único (SVN por sus siglas en inglés)[25, 26].

2. Agregación de la información

La fusión de la información consiste en el proceso de combinar distintos datos brindando una única salida y presentan múltiples aplicaciones especialmente en la toma de decisiones. Los operadores de agregación son un tipo de función matemática empleada con el propósito de fusionar la información. Combinan n valores en un dominio D y devuelven un valor en ese mismo dominio [27].

Algunos de los operadores de agregación más empleados son los siguientes:

Media ponderada: la media ponderada (WA por sus siglas en inglés) es uno de los operadores de agregación más mencionados en la literatura. Un operador WA tiene asociado un vector de pesos V, con $v_i \in [0,1]$ y $\sum_1^n v_i = 1$, teniendo la siguiente forma:

$$WA(a_1, .., a_n) = \sum_1^n v_i a_i \tag{1}$$

donde $v_i$representa la importancia/relevancia de la fuente de datos a_i.

Familia de operadores OWA [28]: este método unifica los criterios clásicos de decisión con incertidumbre en un solo modelo. Esta unificación comprende los criterios optimista, el pesimista, el de Laplace y el de Hurwicz en una sola expresión [29].

Un operador OWA es una función $\mathrm{F}: \mathbb{R}^{\mathrm{n}} \rightarrow \mathbb{R}$ de dimensión n si tiene un vector asociado W de dimensión n tal que los componentes satisfacen:

$$w_{ij} \in [0,1] \quad (2)$$
$$\sum_{j=1}^{n} w_j = 1 \quad (3)$$

y

$$F(a_1, a_2, \dots, a_n) = \sum_{j=1}^{n} w_j b_j \quad (4)$$

donde b_j es el j-ésimo más grande de los a_j

Existen formulaciones de operadores de agregación que generalizan el operador OWA y WA. De esta forma, se puede ponderar las variables según el grado de importancia/relevancia, y al mismo tiempo se puede sobrevalorar o infravalorar la información según el grado de optimismo del decisor. Dentro las formulaciones que lo permiten se encuentran el weighted OWA (WOWA) [30] y el ordered weighted averaging weighted averaging (OWAWA) operator [29].

Estos operadores permiten la agregación de un conjunto de valores utilizando dos vectores de pesos. Uno corresponde al vector del operados WA y el otro corresponde a los pesos en el operador OWA. El OWAWA además de unificar los operadores OWA y WA, permite reflejar en qué grado se quiere considerar cada uno de ellos.

Un operador OWAWA [29] es una función OWAWA:$R^n \to R$ de dimensión n si tiene un vector de ponderaciones W asociado, con $\sum_{j=1}^{n} w_j = 1$ y $w_j \in [0,1]$ tal que:

$$OWAWA(a_1, \dots, a_n) = \sum_{j=1}^{n} \hat{v}_j b_j \quad (5)$$

donde b_j es el j-ésimo más grande de los a_i, cada argumento a_i tiene asociada una ponderación v_i con $\sum_{i=1}^{n} v_i$ y $v_j \in [0,1]$, $\hat{v_j} = \beta w_j + (1-\beta) v_j$ con $\beta \in [0,1]$ y v_j es la ponderación v_i ordenada según b_j, es decir, según el j-ésimo más grande de los a_i.

En el caso de los operadores de agragacion para números SVN[31, 32] se destacan dos operadores. El primero es la media ponderada neutrosófica de valor único (SVNWA) propuesto por Ye [33] y definido de la siguiente forma[34]:

$$F_w(A_1, A_2, \dots, A_n) = \langle 1 - \prod_{j=1}^{n} \left(1 - T_{A_j}(x)\right)^{w_j}, \prod_{j=1}^{n} \left(I_{A_j}(x)\right)^{w_j}, \prod_{j=1}^{n} \left(F_{A_j}(x)\right)^{w_j} \rangle \quad (6)$$

donde $W = (w_1, w_1, \dots, w_n)$ es el vector de peso de los A_j $(j = 1, 2, \dots, n)$ tal que, $w_n \in [0,1]$ y $\sum_j^n w_j = 1$.

Por otra parte operador media neutrosófica geométrica ponderada neutrosófica de valor unico (G_w) [33] :

$$G_w(A_1, A_2, \dots, A_n) = \langle 1 - \prod_{j=1}^{n} T_{A_j}(x)^{w_j}, \prod_{j=1}^{n} I_{A_j}(x)^{w_j}, \prod_{j=1}^{n} I_{A_j}(x)^{w_j} \rangle \quad (7)$$

donde $W = (w_1, w_1, \dots, w_n)$ es vector de peso de A_j $(j = 1, 2, \dots, n)$, $w_n \in [0,1]$ y $\sum_j^n w_j = 1$.

. 3. Modelo propuesto basado en la distancia al ideal

A continuación, se presenta el flujo de trabajo propuesto (Figura 3). Se representan los términos lingüísticos[35] y la indeterminación mediante números SVN y basado en la construcción de una opción ideal.

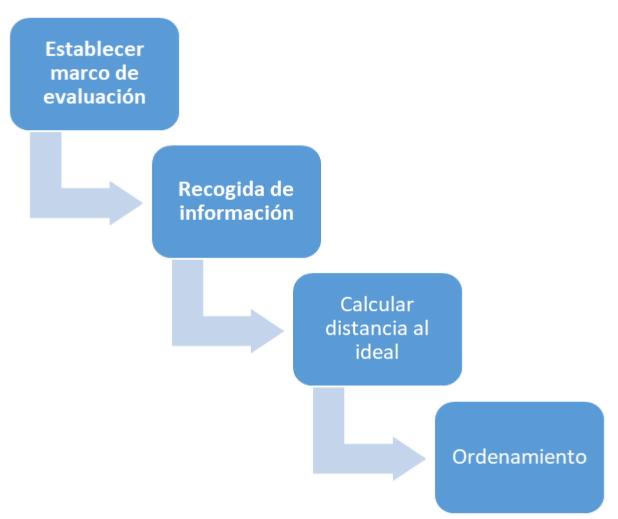


Figura 3. Modelo propuesto.

La descripción detallada de cada una de sus actividades y del modelo matemático que soporta la propuesta se presenta a continuación.

Establecer marco de evaluación: Se seleccionan las criterios y las alternativas a ser evaluados con el fin de priorizar estos últimos. El marco de trabajo queda definido de la siguiente forma:

C=$\{c_1, c_2, \ldots, c_n\}$ con $n \geq 2$, un conjunto de criterios

E=$\{e_1, e_2, \ldots, e_k\}$ con $k \geq 1$, un conjunto de expertos

$X = \{x_1, x_2, \ldots, x_m\}$ con $m \geq 2$, un conjunto finito de alternativas

Recogida de información: Se obtiene información sobre las preferencias de los decisores. El vector de utilidad [36] es representado de la siguiente forma:

$\mathrm{P_j} = \{\mathrm{p_{j1}}, \mathrm{p_{j2}}, \ldots, \mathrm{p_{jk}}\}$, donde $\mathrm{p_{jk}}$ es la preferencia en relación a la al criterio $\mathrm{c_k}$de la alternativa $\mathrm{x_j}$

Las valoraciones serán dadas mediante números SVN.

Calcular distancia al ideal: Para evaluar la alternativas proponemos construir la opción ideal[26]. Los criterios pueden ser clasificador como de tipo costo o tipo beneficios. Sea C^+ el conjunto de criterios tipo beneficios y C^- de criterios tipo costo. La alternativa ideal sea definida de la siguiente forma:

$$I = \left\{\left(max_{i=1}^{k} T_{U_j} | j \in C^+, min_{i=1}^{k} T_{U_j} | j \in C^-\right), \left(min_{i=1}^{k} I_{U_j} | j \in C^+, max_{i=1}^{k} I_{U_j} | j \in C^-\right), \left(min_{i=1}^{k} F_{U_j} | j \in C^+, max_{i=1}^{k} F_{U_j} | j \in C^-\right)\right\} = [v_1, v_2, \ldots, v_n] \quad (8)$$

y ordenar las alternativas empleando las distancia euclidiana entre números neutrosóficos de valor único (SVN por sus siglas en inglés)[25, 26].

Sea $A^* = (A_1^*, A_2^*, \ldots, A_n^*)$ sea un vector de números SVN tal que $A_j{}^* = (a_j^*, b_j^*, c_j^*)$ j=(1,2, … , n) y B_i = $(B_{i1}, B_{i2}, \ldots, B_{im})$ (i = 1,2, … , m) sea m vectores de n SVN números tal que y B_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}) (i = 1,2, … , m),

(j = 1,2, … , n) entonces la distancia euclidiana es definida como. Las B_i y A^* resulta[26]:

$$s_i=\left(\frac{1}{3}\sum_{j=1}^{n}\left\{\left(\left|a_{ij}-a_j^*\right|\right)^2+\left(\left|b_{ij}-b_j^*\right|\right)^2+\left(\left|c_{ij}-c_j^*\right|\right)^2\right\}\right)^{\frac{1}{2}} \quad (9)$$

(i = 1,2, … , m)

Ordenamiento: El ordenamiento ocurre de menor a mayor a partir del valor global de distancia obtenido. En la medida en que la alternativa de $A_i$se encuentra más próximo al punto ideal (s_i menor) mejor será esta, permitiendo establecer un orden entre alternativas [37].

4.Ejemplo demostrativo 1.

A continuación, se presenta un ejemplo demostrativo. En la etapa de establecimiento del marco de evaluación se selecciona el dominio en que será verbalizada la información.

Se emplean los siguientes términos lingüísticos (Tabla 1).

Término lingüístico	Números SVN
Extremadamente buena(EB)	(1,0,0)
Muy muy buena (MMB)	(0.9, 0.1, 0.1)
Muy buena (MB)	(0.8,0,15,0.20)
Buena(B)	(0.70,0.25,0.30)
Medianamente buena (MDB)	(0.60,0.35,0.40)
Media(M)	(0.50,0.50,0.50)
Medianamente mala (MDM)	(0.40,0.65,0.60)
Mala (MA)	(0.30,0.75,0.70)
Muy mala (MM)	(0.20,0.85,0.80)
Muy muy mala (MMM)	(0.10,0.90,0.90)
Extremadamente mala (EM)	(0,1,1)

Tabla 1: Términos lingüísticos empleados [26].

Se procede a evaluar 3 competencias fundamentales (criterios) en 3 estudiantes (alternativas).

c_1:Analizar, identificar y definir los requisitos que debe cumplir un sistema informático para resolver problemas o conseguir objetivos de organizaciones y personas.

c_2:Administrar Bases de Datos por medio de un Sistema Gestores de Base de Datos (SGBD).

c_3:Planear y administrar proyectos de desarrollo de software.

Una vez establecido el marco de priorización se pasa a la obtención de la información.

Tabla 2: Preferencias dadas por los expertos

	x_1	x_2	x_3
c_1	MDB	M	MMB
c_2	B	MMB	B
c_3	B	MDM	MB

A partir de esta información se selecciona la alternativa ideal.La alternativa ideal resulta:

$E^+ =$(MMB, MMB, MB)

Los resultados del cálculo de las distancias nos permiten ordenar los estudiantes de acuerdo al logro de las competencias. En este caso el orden de prioridad es el siguiente $x_3 \succ x_1 \succ x_2$

Tabla 3 Cálculo de la distancia

Estudiante	Distancia
x1	0.35355339
x2	0.59160798
x3	0.18484228

. 5 Modelo propuesto basado en basado en la agregación de la información

A continuación, se presenta el flujo de trabajo propuesto (Figura 1). Se representan los términos lingüísticos y la indeterminación mediante números SVN y basado en la agregación de la información.

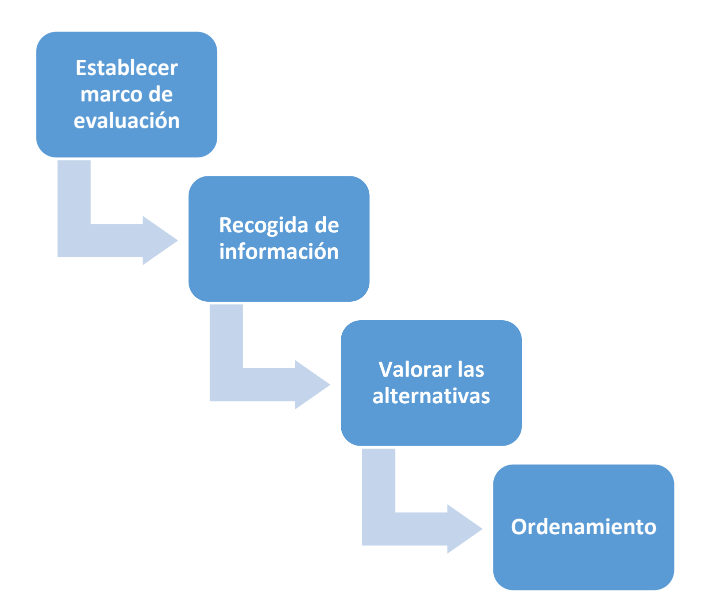


Figura 4: Modelo propuesto

La descripción detallada de cada una de sus actividades y del modelo matemático que soporta la propuesta se presenta a continuación.

Establecer marco de evaluación: Se seleccionan los criterios y las alternativas a ser evaluados con el fin de priorizar estos últimos. El marco de trabajo queda definido de la siguiente forma:

C=$\{c_1, c_2, \dots, c_n\}$ con $n \geq 2$, un conjunto de criterios

E=$\{e_1, e_2, \dots, e_k\}$ con $k \geq 1$, un conjunto de expertos

$X = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$ con $m \geq 2$, un conjunto finito de alternativas

Recogida de información: Se obtiene información sobre las preferencias de los decisores . El vector de utilidad [36] es representado de la siguiente forma:

$\mathrm{P_j} = \{\mathrm{p_{j1}}, \mathrm{p_{j2}}, \dots, \mathrm{p_{jk}}\}$, donde $\mathrm{p_{jk}}$ es la preferencia en relación a la al criterio $\mathrm{c_k}$de la alternativa $\mathrm{x_j}$

Las valoraciones serán dadas mediante números SVN.

Valorar las alternativas: Para evaluar las alternativas proponemos construir la se emplean los operadores de agregación.

y ordenar las alternativas: En esta fase de las alternativas se clasifican y la más conveniente es elegida por la función de puntuación [38, 39]. De acuerdo con las funciones de puntuación y precisión para conjuntos SVN-sets, se puede generar un orden de clasificación del conjunto de alternativas [40]. Seleccionar la (s) opción (es) con puntajes más altos.

Para ordenar alternativas se usa una función de puntuación [41]

$$s(V_j) = 2 + T_j - F_j - I_j \quad (10)$$

Adicionalmente se define la función de precisión de la siguiente forma:

$$a(V_j) = T_j - F_j \quad (11)$$

y entonces:

Si $s(Vj) < s(Vi)$, entonces Vj es menor que Vi, denotado como $Vj < Vi$

En caso de $s(Vj) = s(Vi)$

Si $a(Vj) < a(Vi)$, entonces Vj es menor Vi, denotado por $Vj < Vi$

Si $a(Vj) = a(Vi)$, entonces Vj y Vi son iguales, denotado por $Vj = Vi$

6. Ejemplo demostrativo 2

En este caso el marco de evaluación está compuesto por un experto evaluando 3 alternativas (Proyectos de implantación de tecnología de la información).

x1: CRM

x2: ERP

x3: BI

Los proyectos son descritos en la siguiente tabla.

Id	Nombre	Descripción
1	CRM.	Sistema de relaciones con los clientes
2	ERP	Sistema de planificación de recursos empresariales
3	BI	Sistema de inteligencia de negocios

Tabla 4 Opciones de proyectos

3 criterios intervienen tal como se muestra debajo:

c1: Beneficios

c2: Factibilidad

c3: Costos

Se emplean los siguientes términos lingüísticos (Tabla 5).

Término lingüístico	Números SVN
Extremadamente buena(EB)	(1,0,0)
Muy muy buena (MMB)	(0.9, 0.1, 0.1)
Muy buena (MB)	(0.8,0,15,0.20)
Buena(B)	(0.70,0.25,0.30)
Medianamente buena (MDB)	(0.60,0.35,0.40)
Media(M)	(0.50,0.50,0.50)
Medianamente mala (MDM)	(0.40,0.65,0.60)
Mala (MA)	(0.30,0.75,0.70)
Muy mala (MM)	(0.20,0.85,0.80)
Muy muy mala (MMM)	(0.10,0.90,0.90)
Extremadamente mala (EM)	(0,1,1)

Tabla 5: Términos lingüísticos empleados [26].

Una vez que se establece el marco de evaluación se procede a la recogida de información (ver Tabla 6).

	x1	x2	x3
c1	MDB	EB	MB
c2	B	MDB	M
c3	MDB	MDB	B

Tabla 6. Resultados de la recogida de información

En este caso se empleará el siguiente vector de pesos: W = (0.55, 0.26, 0.19).

Se procede a agregar las opiniones de decisores mediante el operador de agregación SVNWA. El resultado de muestra en la Tabla 7.

	Agregación	Función de puntuación	Orden
x1	(0.53, 0.4, 0.56)	1.73	2
x2	(0.43, 0.0, 0.0)	2.43	1
x3	(0.66, 0.52, 0.63)	1.62	3

Tabla 7. Resultados de la evaluación

De acuerdo a la función de puntuación las alternativas quedan ordenadas de la siguiente forma: $x_2 \succ x_1 \succ x_3$.

Implementación mediante Jupyter Notebook

Para la implementación computacional de los modelos de toma de decisiones presentados en el trabajo se recomienda la utilización Jupyter Notebook y el lenguaje Python. Jupyter Notebook es una aplicación web que permite crear y compartir documentos que contienen código fuente, ecuaciones, visualizaciones y texto explicativo tal como se muestra en la figura 8.

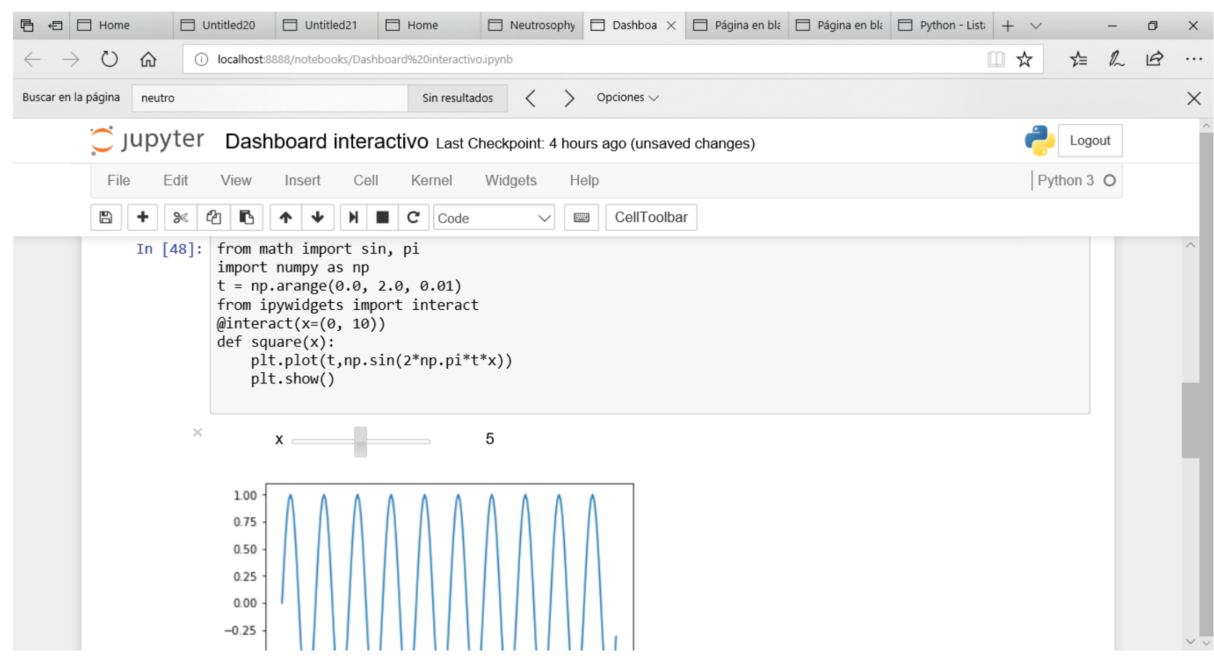


Figura 5.. Interfaz General Jupyter

Jupyter permite interactuar con varios lenguajes de programación, en este, caso usaremos Python, un lenguaje de programación bastante simple y potente, con acceso a una gran variedad de librerías para procesamiento de datos.
Para la instalación se recomienda el empleo de la distribución Anaconda. Anaconda es una distribución de los lenguajes Python y R libre y abierto distribución de código abierto de la Python, utilizada en ciencia de datos, y aprendizaje automático. Se encuentra disponible en le siguiente URL:

- https://www.anaconda.com/download/

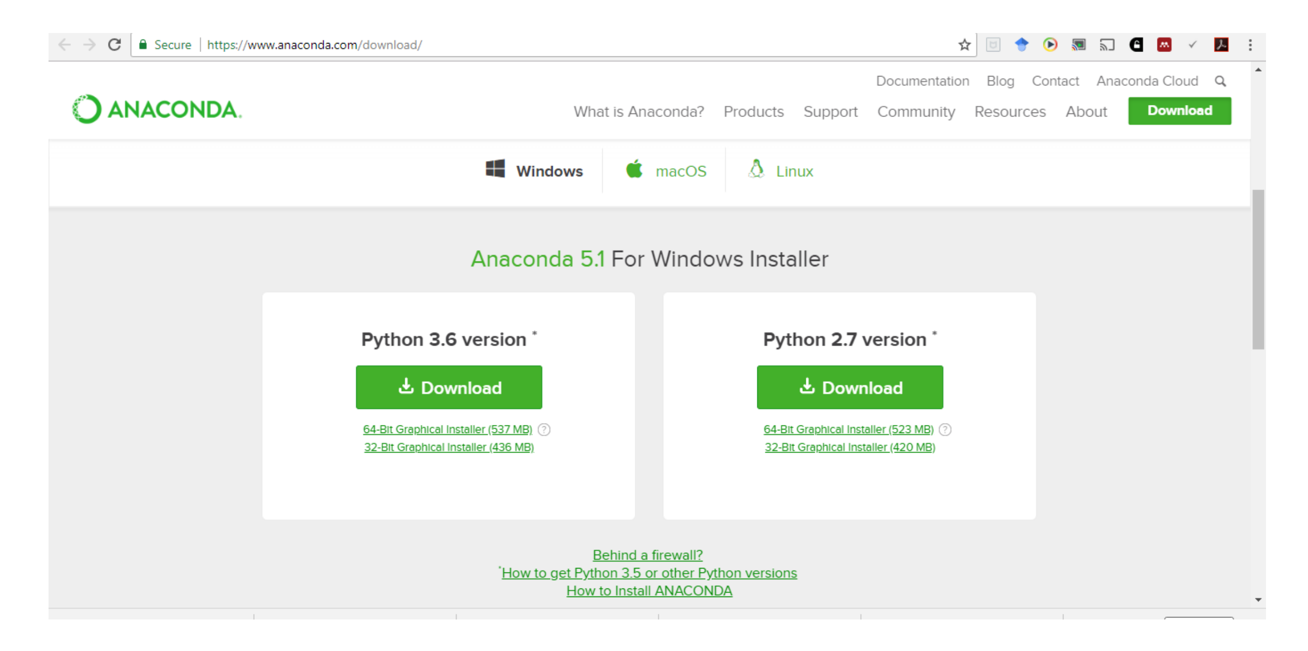


Figura 6 Sitio de descargas de Anaconda

Una vez instalado se puede acceder a los cuadernos de Jupyter. Adicionalmente se puede acceder online en la siguiente dirección:
http://jupyter.org/try

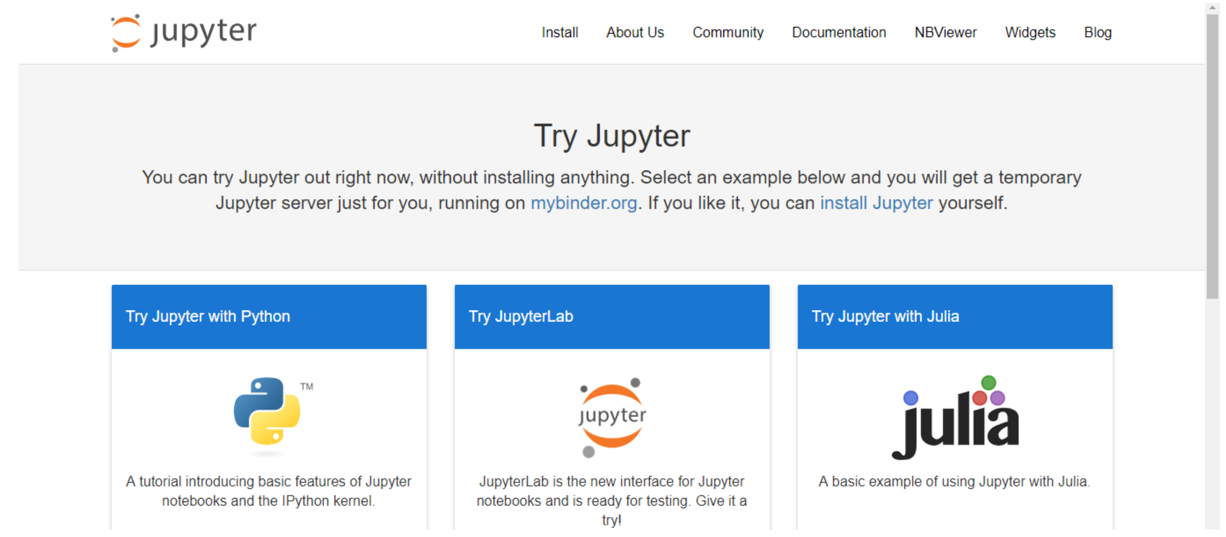


Figura 7. Proyecto Jupyter Online.

Las celdas de código son ejecutables, es decir, se pueden correr individualmente (con ctrl+enter o desde el menu Cell -> Run Cells)
Entre los tipo de dato incluidos en el lenguaje Python recomendados se destacan las listas. Python tiene soporte para listas como un tipo predefinido del lenguaje. Para crear una lista basta con poner cosas entre [] (corchetes) y separarlas con ,(comas).

```
In [10]: print("- Lista con 5 números:")
         a=[57,45,8,13, 35] # una lista con cinco números
         print(a)

- Lista con 5 números:
[57, 45, 8, 13, 35]
```

Figura 8 Ejemplo de empleo de listas

Otro tipo de dato destacado son las tuplas. Estas funcionan como unas listas de sólo lectura. Se crean con () (paréntesis) en lugar de [] (corchetes).

```
In [11]: a=(1,2,57,4, 3)
         print("- Una tupla de cinco elementos:")
         print(a)
         print("- El elemento con índice 3:")
         print(a[3])

- Una tupla de cinco elementos:
(1, 2, 57, 4, 3)
- El elemento con índice 3:
4
```

Figura 9 Ejemplo de empleo de tuplas

En el caso de los SVN será expresado como $A = (a, b, c)$, puede ser representados mediante tuplas. Por ejemplo, el conjunto de términos lingüísticos presentado anteriormente puede ser representado mediante tuplas de la siguiente forma:

```
In [2]: EB=(1,0,0)
        MMB=(0.9, 0.1, 0.1)
        MB=(0.8,0.15,0.20)
        B=(0.70,0.25,0.30)
        MDB=(0.60,0.35,0.40)
        M=(0.50,0.50,0.50)
        MDM=(0.40,0.65,0.60)
        MA=(0.30,0.75,0.70)
        MM=(0.20,0.85,0.80)
        MMM=(0.10,0.90,0.90)
        EM=(0,1,1)
        print(M)

        (0.5, 0.5, 0.5)
```

Figura 10 Representación de los términos lingüísticos mediante tuplas.

Para más detalles en la implementación de los modelos presentados acceder a la URL: https://gist.github.com/mleyvaz/d54283a99ecb69ab24439c4af9cd2d96

Conclusiones

Los métodos de toma de decisiones en presencia de indeterminación adquieren cada día mayor importancia En este trabajo se presentaron marcos de trabajo generales para la toma de decisiones y la evaluación. Se presentaron distintos modelos de agregación. Se emplean los números SVN y la distancia euclidiana para el tratamiento de la neutralidad y la funciones de puntuación y precisión para evaluar alternativas.
Como trabajos futuros se plantea la incorporación al método operadores de agregación que permitan expresar importancia y compensación. Otros temas de trabajo futuro están en el empleo de la neutrosofía a nuevos modelos de decisión. Adicionalmente se pretende el desarrollo de una aplicación informática como soporte al modelo.

Referencias

1. Mata, F., Modelos para Sistemas de Apoyo al Consenso en Problemas de Toma de Decisión en Grupo definidos en Contextos Lingüısticos Multigranulares. 2006, Doctoral Thesis.
2. Barberis, G.F. and M.C.E. Ródenas, La Ayuda a la Decisión Multicriterio: orígenes, evolución y situación actual, in VI Congreso Internacional de Historia de la Estadística y de la Probabilidad. . 2011: Valencia.
3. Herrera, F., et al., Computing with words in decision making: foundations, trends and prospects. 2009, Springer. p. 337-364.
4. Leyva-Vázquez, M., Modelo de Ayuda a la Toma de Decisiones Basado en Mapas Cognitivos Difusos. 2013, UCI: La Habana.
5. Aznar, J. and F. Guijarro, Nuevos métodos de Valoración. Valoración multicriterio. 1ra Edición ed. 2005, Valencia, España.
6. El-Gallad, A.I. and M.E. El-Hawary. A Swarm Optimizer Based on Multi-Criterion Decision Making, part I: Theoretical investigation. in Power Engineering, 2006 Large Engineering Systems Conference on. 20067. El-Gallad, A.I. and M.E. El-Hawary. A Swarm Optimizer Based on Multi-Criterion Decision Making, Part II: Case Study. in Electrical and Computer Engineering, 2007. CCECE 2007. Canadian Conference on. 2007.
8. Martínez, E. and M. Escudey, Evaluación y decisión multicriterio: reflexiones y experiencias. 1998: UNESCO.
9. Vitoriano, B., TEORÍA DE LA DECISIÓN: Decisión con Incertidumbre, Decisión Multicriterio y Teoría de Juegos. 2007.
10. Cho, K.T., Multicriteria decision methods: an attempt to evaluate and unify. Mathematical and computer modelling, 2003. 37(9): p. 1099-1119.
11. Hendriks, M.M.W.B., et al., Multicriteria decision making. Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems, 1992. 16(3): p. 175-191.
12. Munier, N., A Strategy for Using Multicriteria Analysis in Decision-making: A Guide for Simple and Complex Environmental Projects. 2011: Springer.
13. Salmeron, J.L. and C. Lopez, A multicriteria approach for risks assessment in ERP maintenance. Journal of Systems and Software.83(10): p. 1941-1953.
14. Herrera, F., L. Martínez, and P.J. Sánchez, Managing non-homogeneous information in group decision making. European Journal of Operational Research, 2005. 166(1): p. 115-132.
15. Khan, M.S. and M. Quaddus, Group Decision Support Using Fuzzy Cognitive Maps for Causal Reasoning. Group Decision and

Negotiation, 2004. 13(5): p. 463-480.
16. Rivieccio, U., Neutrosophic logics: Prospects and problems. Fuzzy Sets and Systems, 2008. 159(14): p. 1860-1868.
17. Lai, V.S., B.K. Wong, and W. Cheung, Group decision making in a multiple criteria environment: A case using the AHP in software selection. European Journal of Operational Research, 2002. 137(1): p. 134-144.
18. Mata, F., L. Martínez, and E. Herrera-Viedma, An adaptive consensus support model for group decision-making problems in a multigranular fuzzy linguistic context. Fuzzy Systems, IEEE Transactions on, 2009. 17(2): p. 279-290.
19. Mehrjerdi, Y.Z., Group decision making process for RFID-based system selection using fuzzy TOPSIS approach. Artificial Intelligence Research, 2013. 2(3): p. p1.
20. Saaty, T.L., Group decision making and the AHP. The analytic hierarchy process: applications and studies, 1989: p. 59-67.
21. Shih, H.-S., H.-J. Shyur, and E.S. Lee, An extension of TOPSIS for group decision making. Mathematical and computer modelling, 2007. 45(7): p. 801-813.
22. Leyva Vázquez, M.Y., et al., Mapas cognitivos difusos para la selección de proyectos de tecnologías de la información. Contaduría y Administración, 2013. 58: p. 95-117.
23. Clemen, R.T., Making hard decisions: an introduction to decision analysis. 1996: Duxbury Pres.
24. Espinilla Estévez, M., Nuevos modelos de evaluación sensorial con información lingüística, in Departamento de Informática. 2009, Universidad de Jaén: Jaen.
25. Ye, J., Single-valued neutrosophic minimum spanning tree and its clustering method. Journal of intelligent Systems, 2014. 23(3): p. 311-324.
26. Şahin, R. and M. Yiğider, A Multi-criteria neutrosophic group decision making metod based TOPSIS for supplier selection. arXiv preprint arXiv:1412.5077, 2014.
27. Torra, V. and Y. Narukawa, Modeling decisions: information fusion and aggregation operators. 2007: Springer.
28. Yager, R.R., On ordered weighted averaging aggregation operators in multicriteria decisionmaking. Systems, Man and Cybernetics, IEEE Transactions on, 1988. 18(1): p. 183-190.
29. Merigó, J., New extensions to the OWA operators and its application in decision making, in Department of Business Administration, University of Barcelona. 2008.
30. Torra, V., The weighted OWA operator. International Journal of Intelligent Systems, 1997. 12(2): p. 153-166.
31. Henríquez Antepara, E.J., et al., Competencies evaluation based on single valued neutrosophic numbers and decision analysis schema. Neutrosophic Sets & Systems, 2017.
32. Vera, P.J.M. and C.F.L.M. Vázquez, Las habilidades del marketing como determinantes que sus-tentaran la competitividad de la Industria del arroz en el can-tón Yaguachi. Aplicación de los números SVN a la prioriza-ción de estrategias. Marketing skills as determinants that underpin the competi. Neutrosophic Sets and Systems, vol. 14/2016: A Quarterly International Journal in Information Science and Engineering, 2016: p. 70.
33. Ye, J., A multicriteria decision-making method using aggregation operators for simplified neutrosophic sets. Journal of Intelligent & Fuzzy Systems, 2014. 26(5): p. 2459-2466.
34. Biswas, P., S. Pramanik, and B.C. Giri, TOPSIS method for multi-attribute group decision-making under single-valued neutrosophic environment. Neural computing and Applications, 2016. 27(3): p. 727-737.
35. Pérez-Teruel, K., M. Leyva-Vázquez, and M. Espinilla-Estevez. A linguistic software requirement prioritization model with heterogeneous information. in 4th International Workshop on Knowledge Discovery, Knowledge Management and Decision Support (EUREKA 2013), Mazatlán (Mexico). 2013.
36. Espinilla, M., et al., A 360-degree performance appraisal model dealing with heterogeneous information and dependent criteria. Information Sciences, 2012.
37. Leyva-Vázquez, M., et al., Técnicas para la representación del conocimiento causal: un estudio de caso en Informática Médica. Revista Cubana de información en ciencias de la salud, 2013. 24(1): p. 73-83.
38. Liu, P. and H. Li, Multiple attribute decision-making method based on some normal neutrosophic Bonferroni mean operators. Neural Computing and Applications, 2017. 28(1): p. 179-194.
39. Biswas, P., S. Pramanik, and B.C. Giri, Value and ambiguity index based ranking method of single-valued trapezoidal neutrosophic numbers and its application to multi-attribute decision making. Neutrosophic Sets and Systems, 2016. 12(unknown): p. 127-137.
40. Liu, P. and F. Teng, Multiple attribute decision making method based on normal neutrosophic generalized weighted power averaging operator. International Journal of Machine Learning and Cybernetics, 2018. 9(2): p. 281-293.
41. Deli, I., Linear weighted averaging method on SVN-sets and its sensitivity analysis based on multi-attribute decision making problems. 2015.



Neutrosophic Computing and Machine Learning , Vol. 1, 2018
University of New Mexico



Modelos mentales y mapas cognitivos neutrosóficos
Mental models and neutrosophic cognitive maps

Maikel Leyva-Vázquez[1] , Rebeca Escobar-Jara [2], Florentin Smarandache[3] ,

[1] Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas, Guayaquil Ecuador. Email: mleyvaz@gmail.com
[2] Universidad de Guayaquil, Facultad de Comunicación Social, Guayaquil Ecuador. Email: mleyvaz@gmail.com
[3]Mathematics & Science Department, University of New Mexico. 705 Gurley Ave., Gallup, NM 87301, USA. e-mail: fsmarandache@gmail.com

Abstract:

In this work, elements related to mental models elicitation and analysis are addressed through causal models. Issues related to the need to include indeterminacy in causal relationships through neutrophic cognitive maps are discussed. A proposal for static analysis in neutrosophic cognitive maps is presented. The following activities are included in the proposal: Calculate, measures of centrality, Classify nodes, De-neutrosification, and Ranking nodes. As future works, the incorporation of new metrics of centrality in neutrosophic cognitive maps is proposed. The inclusion of scenario analysis to the proposal is another area of future work.

Keywords: mental models, fuzzy cognitive maps, neutrosophic cognitive maps, static analysis in NCM

1 Introducción

Los modelos mentales son representaciones internas de una realidad externa de cada individuo [1, 2]. Esto, quiere decir, que, de la misma realidad externa, cada individuo puede tener variadas representaciones internas. Estas representaciones son modeladas frecuentemente mediante representaciones causales en presencia de incertidumbre [3].

Los modelos causales son herramientas cada vez más empleadas, para la comprensión y análisis de los sistemas complejos [4, 5]. Para considerar la causalidad desde un punto de vista computacional, se requiere la obtención de modelos causales imprecisos que tomen en consideración la incertidumbre [6]. El razonamiento causal es útil en la toma de decisiones por ser natural y fácil de entender y ser convincente porque explica el por qué se llega a una conclusión particular [7].

Para considerar la causalidad desde un punto de vista computacional, se requiere la obtención de modelos causales imprecisos empleando grafos dirigidos [6] . En este sentido existen dos técnicas de soft computing para la inferencia causal: redes bayesianas (RB) y mapas cognitivos difusos (MCD) [8]. Los MCD. Estos proveen esquemas más realistas para la representación del conocimiento brindando la posibilidad de representar ciclos y modelar la vaguedad [9].

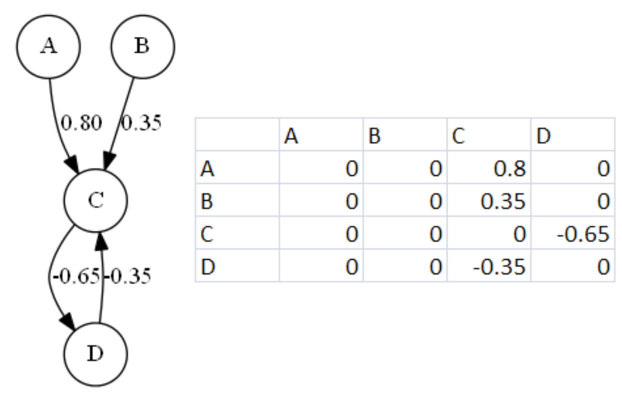
2.Mapas Cognitivos Difusos (MCD)

Actualmente ha surgido la necesidad de plantear la causalidad en términos de lógica difusa ofreciendo esta un marco adecuado para tratar con la causalidad imperfecta. La teoría de los conjuntos difusos o borrosos fue introducida por Zadeh[11] en el año 1965. Esta parte de la teoría clásica de conjuntos, añadiendo una función de pertenencia [12].

Una función de pertenencia o inclusión $\mu_a(t)$ indica el grado n en que la variable t está incluida en el concepto representado por la etiqueta A [13]. Para la definición de estas funciones de pertenencia se utilizan convenientemente ciertas

familias, por coincidir con el significado lingüístico de las etiquetas más utilizadas. Las más frecuentes son triangular, trapezoidal y gaussiana (Figura 1.7).

Los MCD (Figura 1.6) son una técnica desarrollada por Kosko como una extensión de los mapas cognitivos [14] permitiendo describir la fortaleza de la relación mediante el empleo de valores difusos en el intervalo [-1,1]. Constituyen una estructura de grafo difuso dirigido e incluyen la retroalimentación para representar causalidad [8]. La matriz de adyacencia se obtiene a partir de los valores asignados a los arcos (Figura 1).



	A	B	C	D
A	0	0	0.8	0
B	0	0	0.35	0
C	0	0	0	-0.65
D	0	0	-0.35	0

Figura 1 Mapa cognitivo difuso y su correspondiente matriz de adyacencia [15].

En los MCD existen tres posibles tipos de relaciones causales entre conceptos: causalidad positiva, causalidad negativa o la no existencia de relaciones.

–Causalidad positiva (W_{ij}> 0): Indica una causalidad positiva entre los conceptos C_i y C_j, es decir, el incremento (disminución) en el valor de C_i lleva al incremento (disminución) en el valor de C_j.

Causalidad negativa (W_{ij}< 0): Indica una causalidad negativa entre los conceptos C_i y C_j, es decir, el incremento (disminución) en el valor de C_i lleva la disminución (incremento) en el valor de C_j.

La no existencia de relaciones (W_{ij} = 0): Indica la no existencia de relación causal entre C_i y C_j.

Por otra parte el análisis dinámico se centra en el análisis de escenarios y orientado a metas [15]. Permite al usuario realizar observaciones y conclusiones adicionales no disponibles mediante el simple análisis estático. Está basado en un modelo de ejecución que calcula los niveles de activación en iteraciones sucesivas de los distintos conceptos. Esta simulación requiere adicionalmente la definición de los valores iniciales para cada concepto en un vector inicial [16].

Los valores de los conceptos son calculados en cada paso de la simulación forma siguiente:

$$A_i^{(t+1)} = f\left(A_i^{(t)} + \sum_{j=1}^{N} A_j^{(t)} \cdot w_{ji}\right) \quad (1)$$

donde $A_i^{(t+1)}$ es el valor del concepto C_i en el paso $t+1$ de la simulación, $A_j^{(t)}$ es el valor del concepto C_j en el paso t de la simulación, w_{ji}es el peso de la conexión que va del concepto C_j al concepto C_i y $f(\cdot)$ es la función de activación [17]. Las principales funciones de activación reportadas en la literatura son la sigmoide y la tangente hiperbólica [17]. Estas funciones emplean un valor lambda (λ) para definirla pendiente [18]. De acuerdo al vector de entrada, el MCD convergerá a uno de los siguientes estados: punto fijo, ciclo límite o atractor caótico [19].

Los MCD han sido empleados para la toma de decisión en grupo debido a las facilidades que brinda para la agregación de modelos causales provenientes de múltiples expertos [20, 21]. Cuando participa un conjunto de expertos (k), la matriz de adyacencia del MCD colectivo se calcula de la siguiente forma:

$$E = \mu(E_1, E_2, \ldots, E_k) \quad (2)$$

siendo por lo general el operador μ la media aritmética[22] o la media aritmética ponderada.

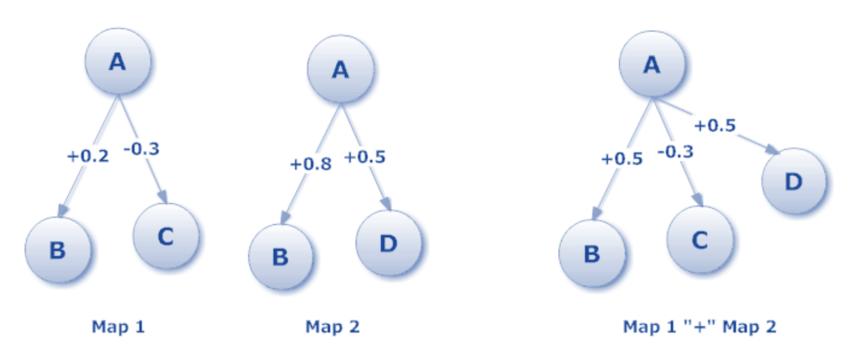


Figura 2. Agregación de MCD[23]

La agregación de MCD resulta especialmente útil debido a la importancia que presenta integrar conocimientos de diferentes expertos con modelos mentales diversos permitiendo la construcción de modelos mentales colectivos[24, 25].

En el proceso de agregación de los mapas cognitivos difusos se emplea fundamentalmente los operadores media y media ponderada (WA por sus siglas en inglés). Un operador WA tiene asociado un vector de pesosV, con $v_i \in [0,1]$ y $\sum_1^n v_i = 1$, teniendo la siguiente forma:

$$WA(a_1, .., a_n) = \sum_{i=1}^{n} v_i a_i \quad (3)$$

donde v_i representa la importancia/relevancia de la fuente de datos a_i.

Si se introduce un valor de credibilidad o fiabilidad de las fuentes se mejora este proceso realizando la agregación mediante la WA [22, 26] para la asignación de pesos se recomienda el empleo del proceso de Jerarquía Analítica (AHP por sus siglas en inglés).

Esta agregación de conocimiento permite mejorar la fiabilidad del modelo final, el cual es menos susceptible a creencias potencialmente erróneas de los expertos individuales [16]. Resulta especialmente útil además debido a la importancia que presenta integrar conocimientos de diferentes expertos con modelos mentales diversos [24]. Sin embargo, esta agregación de conocimiento es muy sensible a la presencia de valores atípicos, errores y valoraciones prejuiciadas [15, 27]. Es criterio de la autora de la investigación que este aspecto debe ser abordado desde nuevos enfoques que vayan más allá de la agregación de información mediante externos al modelo.

3 Mapas Cognitivos Neutrosóficos

La lógica neutrosófica es una generalización de la lógica difusa basada en el concepto de neutrosofía [28, 29]. Una matriz neutrosófica, por su parte, es una matriz donde los elementos $a = (a_{ij})$ han sido reemplazados por elementos en $\langle R \cup I \rangle$, donde $\langle R \cup I \rangle$ es un anillo neutrosófica entero [30]. Un grafo neutrosófico es un grafo en el cual al menos un arco es un arco neutrosófico [31].

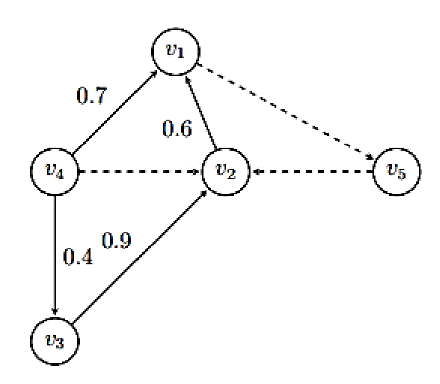


Figura. 3 Ejemplo MCN.

Si la indeterminación es introducida en un mapa cognitivo [32]entonces es llamado un mapa cognitivo neutrosófico, el cual resulta especialmente útil en la representación del conocimiento causal al permitir la representación y análisis de la indeterminación [28, 33].

Análisis estático en MCN

El análisis estático en MCN se centra en la selección de los conceptos que juegan un papel más importante en el sistema modelado [34]. Se realiza a partir de la matriz de adyacencia tomando en consideración el valor absoluto de los pesos [35]. A continuación, se muestra el proceso



Figura 4: Proceso propuesto.

Las siguientes medidas se emplean en el modelo propuesto basado en los valor absolutos de la matriz de adyacencia [16]: Outdegree $od(v_i)$ es la suma de las filas en la matriz de adyacencia neutrosófica. Refleja la fortaleza de las relaciones (c_{ij}) saliente de la variable.

$$od(v_i) = \sum_{i=1}^{N} c_{ij} \qquad (4)$$

Indegree $id(v_i)$ es la suma de las columnas Refleja la Fortaleza de las relaciones (c_{ij}) saliente de la variable.

$$id(v_i) = \sum_{i=1}^{N} c_{ji} \qquad (5)$$

Centralidad total (total degree $td(v_i)$), es la suma del indegree y el outdegree de la variable.

$$td(v_i) = od(v_i) + id(v_i) \qquad (6)$$

En este caso se representa la relación entre las competencias en este caso un subconjunto de las llamadas competencias transversales de los estudiantes de sistemas [36].

Competencia	Descripción
c_1	Grado de capacidad para la resolución de los problemas matemáticos
c_2	Grado de comprensión y dominio de los conceptos básicos sobre las leyes de la informática
c_3	Grado de conocimientos sobre el uso y programación de los ordenadores
c_4	Grado de capacidad para resolver problemas dentro de su área de estudio
c_5	Grado motivación por el logro profesional y para afrontar nuevos retos,

Tabla 1. Competencias analizadas

El NCM se desarrolla mediante la captura de del conocimiento. La matriz de adyacencia neutrosófica generada se muestra en la Tabla 2.

0	0.7	0.4	I	0
0	0	0.9	0.7	0
0	0	0	0.9	0
0	0.5	0	0	0.9
0	I	0	0.7	0

Tabla 2: Matriz de adyacencia.

Las medidas de centralidad calculadas son mostradas a continuación. :

c_1	1.1+I
c_2	1.6
c_3	0.9
c_4	1.4
c_5	0.7+I

Tabla 3: Outdegree

c_1	0
c_2	1.2+I
c_3	1.3
c_4	2.3+I
c_5	0.9

Table 4: Indegree

c_1	1.1+I
c_2	2.8+I
c_3	1.9
c_4	3.7+I
c_5	1.6+I

Table 5: Total degree

Los nodos se clasifican de acuerdo con las siguientes reglas:

- Las variables transmisoras tienen outdegree positivo o indeterminada, y cero indegree.
- Las variables receptoras tienen una indegree indeterminado o positivo, y cero outdegree.
- Las variables ordinarias tienen un grado de indegree y outdegree distinto de cero. A continuación se clasifican los nodos

Nodo	Transmisor	Receptor	Ordinaria
c_1	X		
c_2			X
c_3			X
c_4			X
c_5			X

Table 6: Clasificación de los nodos

Un análisis estático en NCM [37] el cual da como resultado inicialmente número neutrosóficos de la forma (a+bI, donde I = indeterminación) [38]. E por ello que se requiere un procesos de-neutrosificación tal como fue propuesto por Salmerón and Smarandache [39]. I ∈[0,1] es reemplazado por sus valores máximos y mínimos.

c_1	[1.1, 2.1]
c_2	[3.7, 5.7]
c_3	2.18
c_4	[3.4, 4.4]
c_5	[1.6, 2.6]
c_6	[2.2, 3.2]

Tabla 7: De-neutroficación

Finalmente se trabaja con la media de los valores extremos para obtener un único valor [40] .

$$\lambda([a_1, a_2]) = \frac{a_1 + a_2}{2} \qquad (7)$$

entonces

$$A \succ B \Leftrightarrow \frac{a_1 + a_2}{2} > \frac{b_1 + b_2}{2} \quad (3.8)$$

c_1	1.6
c_2	4,7
c_3	2.18
c_4	3,9
c_5	2,1
c_6	2.7

Table 8. Media de los valores extremos

A partir de estos valores numéricos se obtiene el siguiente orden $c_2 \succ c_4 \succ c_6 \succ c_3 \succ c_5 \succ c_1$

En este caso la competencia más importante es:" Comprensión y dominio de los conceptos básicos sobre las leyes de la informática".

Conclusiones

En el presente trabajo se abordaron aspectos relacionados con los modelos mentales mediante modelos causales. Se trataron aspectos relacionados con la necesidad de incluir la indeterminación en las relaciones causales mediante mapas cognitivos neutrosófico. Se presentó una propuesta para el análisis estático en mapas cognitivos neutrosóficos. Se incluyeron las siguientes actividades: Calcular, medidas de centralidad, Clasificar nodos, De-neutrosificación. Ordenar por importancia los nodos.

Como trabajos futuros se plantea la incorporación de nuevas métricas de centralidad en mapas cognitivos neutrosóficos. La inclusión del análisis de escenarios a la propuesta es otra área de trabajo futuro.

Referencias

1. Pérez-Teruel, K., M. Leyva-Vázquez, and V. Estrada-Sentí, Mental models consensus process using fuzzy cognitive maps and computing with words. Ingeniería y Universidad, 2015. 19(1): p. 173-188.
2. Pérez-Teruel, K. and M. Leyva-Vázquez, Neutrosophic logic for mental model elicitation and analysis. Neutrosophic Sets and Systems, 2012: p. 30.
3. Pérez Teruel, K., et al., Proceso de consenso en modelos mentales y aplicación al desarrollo de software ágil en bioinformática. Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud, 2014. 25(3): p. 318-332.
4. Sharif, A.M. and Z. Irani, Applying a fuzzy-morphological approach to complexity within management decision making. 2006, Emerald Group Publishing Limited. p. 930-961.
5. Glykas, M., Fuzzy Cognitive Maps: Advances in Theory, Methodologies, Tools and Applications. 2010: Springer Verlag.
6. Puente Agueda, C., Causality in Sciencie. Pensamiento Matemático, 2011(1): p. 12.
7. Hernández-Díaz, N., M. Yelandy-Leyva, and B. Cuza-García, Modelos causales para la Gestión de Riesgos. Revista Cubana de Ciencias Informáticas, 2013. 7(4): p. 58-74.
8. Ping, C.W., A Methodology for Constructing Causal Knowledge Model from Fuzzy Cognitive Map to Bayesian Belief Network, in Department of Computer Science. 2009, Chonnam National University
9. Zhi-Qiang, L.I.U., Causation, bayesian networks, and cognitive maps. ACTA AUTOMATICA SINICA, 2001. 27(4): p. 552-566.
10. Kandasamy, W.V. and F. Smarandache, Fuzzy cognitive maps and neutrosophic cognitive maps. 2003: Infinite Study.

11. Zadeh, L.A., Fuzzy sets. Information and Control, 1965. 8(3): p. 338-353.
12. Brio, B.M.d. and A.S. Molina, Redes Neuronales y Sistemas Borosos. Segunda Edición ed. 2001: Alfaomega.
13. Klir, G.J. and B. Yuan, Fuzzy sets and fuzzy logic. 1995: Prentice Hall New Jersey.
14. Kosko, B., Fuzzy cognitive maps. International Journal of Man-Machine Studies, 1986. 24(1): p. 65-75.
15. Leyva-Vázquez, M., Modelo de Ayuda a la Toma de Decisiones Basado en Mapas Cognitivos Difusos. 2013, UCI: La Habana.
16. Stach, W., L. Kurgan, and W. Pedrycz, Expert-Based and Computational Methods for Developing Fuzzy Cognitive Maps, in Fuzzy Cognitive Maps, M. Glykas, Editor. 2010, Springer: Berlin. p. 23-41.
17. Bueno, S. and J.L. Salmeron, Benchmarking main activation functions in fuzzy cognitive maps. Expert Systems with Applications., 2009. 36(3): p. 5221-5229.
18. Papageorgiou, E.I. and J.L. Salmeron., A Review of Fuzzy Cognitive Maps research during the last decade. IEEE Transactions on Fuzzy Systems., 2012.
19. Axelrod, R.M., Structure of decision: The cognitive maps of political elites. 1976: Princeton University Press Princeton, NJ.
20. Bradley, R., F. Dietrich, and C. List. Aggregating causal judgements. 2006 [cited 2012 April 18]; Available from: http://eprints.lse.ac.uk/20088/.
21. Khan, M.S. and M. Quaddus, Group Decision Support Using Fuzzy Cognitive Maps for Causal Reasoning. Group Decision and Negotiation, 2004. 13(5): p. 463-480.
22. Kosko, B., Hidden patterns in combined and adaptive knowledge networks. International Journal of Approximate Reasoning, 1988. 2(4): p. 377-393.
23. Espinoza, M.L., A Fuzzy Cognitive Maps Based Model for Individual Travel Behaviour. 2012, Hasselt University.
24. Goodier, C., et al., Causal mapping and scenario building with multiple organisations. Futures, 2010. 42(3): p. 219-229.
25. Yesil, E., et al. Control engineering education critical success factors modeling via Fuzzy Cognitive Maps. in Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET), 2013 International Conference on. 2013. IEEE.
26. Stach, W., L. Kurgan, and W. Pedrycz, A divide and conquer method for learning large Fuzzy Cognitive Maps. Fuzzy Sets and Systems, 2010. 161(19): p. 2515-2532.
27. Groumpos, P., Fuzzy Cognitive Maps: Basic Theories and Their Application to Complex Systems, in Fuzzy Cognitive Maps. 2010, Springer Berlin / Heidelberg. p. 1-22.
28. Smarandache, F., A unifying field in logics: neutrosophic logic. Neutrosophy, neutrosophic set, neutrosophic probability and statistics. 2005: American Research Press.
29. Vera, M., et al., Las habilidades del marketing como determinantes que sustentaran la competitividad de la Industria del arroz en el cantón Yaguachi. Aplicación de los números SVN a la priorización de estrategias. Neutrosophic Sets & Systems, 2016. 13.
30. Kandasamy, W.V. and F. Smarandache, Fuzzy Neutrosophic Models for Social Scientists. 2013: Education Publisher Inc.
31. Kandasamy, W.B.V. and F. Smarandache, Fuzzy cognitive maps and neutrosophic cognitive maps. 2003: American Research Press.
32. Leyva-Vázquez, M., et al. The Extended Hierarchical Linguistic Model in Fuzzy Cognitive Maps. in Technologies and Innovation: Second International Conference, CITI 2016, Guayaquil, Ecuador, November 23-25, 2016, Proceedings 2. 2016. Springer.
33. Leyva-Vázquez, M., et al., Técnicas para la representación del conocimiento causal: un estudio de caso en Informática Médica. Revista Cubana de información en ciencias de la salud, 2013. 24(1): p. 73-83.
34. Stach, W., Learning and aggregation of fuzzy cognitive maps-An evolutionary approach. 2011, University of Alberta.
35. Bello Lara, R., et al., Modelo para el análisis estático en grafos difusos basado en indicadores compuestos de centralidad. Revista Cubana de Ciencias Informáticas, 2015. 9(2): p. 52-65.
36. Antepara, E.J.H., et al., Competencies Interdepencies Analysis based on Neutrosophic Cognitive Mapping. Neutrosophic Sets and Systems, 2017: p. 89.
37. Pérez-Teruel, K. and M. Leyva-Vázquez, Neutrosophic logic for mental model elicitation and analysis. Neutrosophic Sets and Systems, 2012: p. 31-3.
38. Smarandache, F., Refined literal indeterminacy and the multiplication law of sub-indeterminacies. Neutrosophic Sets and Systems, 2015. 9: p. 58-63.
39. Salmerona, J.L. and F. Smarandacheb, Redesigning Decision Matrix Method with an indeterminacy-based inference process. Multispace and Multistructure. Neutrosophic Transdisciplinarity (100 Collected Papers of Sciences), 2010. 4: p. 151.
40. Merigó, J., New extensions to the OWA operators and its application in decision making, in Department of Business Administration, University of Barcelona. 2008.



Modelo de recomendación basado en conocimiento empleando números SVN

A knowledge-based recommendation framework using SVN numbers

Roddy Cabezas Padilla[1], José González Ruiz[2], Milton Villegas Alava[3], Maikel Leyva Vázquez[4]

[1]Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Administrativas, Guayaquil Ecuador. E-mail: roddy.cabezasp@ug.edu.ec
[2]Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas, Guayaquil Ecuador. E-mail: jose.gonzalezr@ug.edu.ec
[3]Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Administrativas, Guayaquil Ecuador. E-mail: milton.villegasa@ug.edu.ec
[4]Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas, Guayaquil Ecuador. E-mail: mleyvaz@gmail.com

Abstract.
Knowledge based recommender systems despite its usefulness and high impact have some shortcomings. Among its limitations are lack of more flexible models, the inclusion of indeterminacy of the factors involved for computing a global similarity. In this paper, a new knowledge based recommendation models based SVN number is presented. It includes data base construction, client profiling, products filtering and generation of recommendation. Its implementation makes possible to improve reliability and including indeterminacy in product and user profile. An illustrative example is shown to demonstrate the model applicability.

Keywords: recommendation systems, neutrosophy, SVN numbers
.

1. Introducción

Los modelos de recomendación basada en conocimiento realizan sugerencias haciendo inferencias sobre las necesidades del usuario y sus preferencias [1-3]. El enfoque basado en conocimiento se distingue en el sentido que usan conocimiento sobre cómo un objeto en particular puede satisfacer las necesidades del usuario, y por lo tanto tiene la capacidad de razonar sobre la relación entre una necesidad y la posible recomendación que se mostrará.

Se basan en la construcción de perfiles de usuario como una estructura de conocimiento que apoye la inferencia la cual se puede ser enriquecida con la utilización de expresiones que emplea lenguaje natural [2, 4]. En [5]se propone un modelo de recomendación que hace uso de las redes sociales y la neutrosofía para en el campo del e-learning pero no puede ser clasificado en el campo de los sistemas de recomendación basados en conocimiento.

En el presente trabajo se propone un modelo de recomendación basado en conocimiento utilizando el de números neutrosófica de valor único (SVN por sus siglas en inglés) permitiendo la utilización de variables lingüísticas [6].

El artículo continúa de la siguiente forma: en la sección 2 se discute la neutrosófica y los números SVN, a continuación, se analizan los modelos de recomendación basados en conocimiento. Se presenta el modelo propuesto y un ejemplo en las secciones 4 y 5 respectivamente. El trabajo termina con las conclusiones y recomendaciones de trabajo futuro.

2. Neutrosofía y números SVN

La neutrosofía fue propuesta por y Smarandache [7] para el tratamiento de la neutralidades. Esta ha formado las bases para una serie de teorías matemáticas que generalizan las teorías clásicas y difusas tales como los conjuntos neutrosóficos y la lógica neutrosófica[8, 9] .

La definición original de valor de verdad en la lógica neutrosófica es mostrado a continuación [10]:

sean $N = \{(T, I, F) : T, I, F \subseteq [0, 1]\}cn$, una valuación neutrosófica es un mapeo de un grupo de fórmulas proposicionales a N , esto es que por cada sentencia p tenemos:

$$v(p) = (T, I, F) \quad (1)$$

Con el propósito facilitar la aplicación práctica a problema de la toma de decisiones y de la ingeniería se realizó la propuesta los conjuntos neutrosóficos de valor único [11] (SVNS por sus siglas en inglés) los cuales permiten el empleo de variable lingüísticas [12] lo que aumenta la interpretabilidad en los modelos de recomendación y el empleo de la indeterminación.

Sea X un universo de discurso. Un SVNS A sobre X es un objeto de la forma.

$$A = \{\langle x, u_A(x), r_A(x), v_A(x)\rangle : x \in X\}d \quad (2)$$

donde $u_A(x): X \to [0,1]$, $r_A(x),: X \to [0,1]$ y $v_A(x): X \to [0,1]$ con $0 \leq u_A(x) + r_A(x) + v_A(x): \leq 3$ para todo $x \in X$. El intervalo $u_A(x)$, $r_A(x)$ y $v_A(x)$ denotan las membrecías a verdadero, indeterminado y falso de x en A, respectivamente. Por cuestiones de conveniencia un número SVN será expresado como $A = (a, b, c)$, donde $a, b, c \in [0,1]$, y $+ b + c \leq 3$.

Para la obtención del base de datos de los productos el perfil de los usuarios es obtenido mediante números neutrosóficos de valor único (SVN por sus siglas en inglés)[13, 14].

Sea $A^* = (A_1^*, A_2^*, .., A_n^*)$ sea un vector de números SVN tal que $A_j{}^* = (a_j^*, b_j^*, c_j^*)$ j=(1,2, … , n) y $B_i = (B_{i1}, B_{i2}, \dots, B_{im})$ (i = 1,2, … , m) sean m vectores de n SVN números tal que y $B_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$ (i = 1,2, … , m), (j = 1,2, … , n) entonces la distancia euclidiana es definida como. Las B_i y A^* resulta[14]:

$$d_i = \left(\frac{1}{3}\sum_{j=1}^{n}\left\{\left(\left|a_{ij}-a_j^*\right|\right)^2+\left(\left|b_{ij}-b_j^*\right|\right)^2+\left(\left|c_{ij}-c_j^*\right|\right)^2\right\}\right)^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

(i = 1,2, … , m)

A partir de esta distancia euclidiana se puede definir una medida de similitud [15].

En la medida en que la alternativa se $A_i$se encuentra más semejante perfil del usuario (s_i) mayor) mejor será esta, permitiendo establecer un orden entre alternativas [12].

3. Modelo propuesto

A continuación, se presenta el flujo de trabajo. Está basado fundamentalmente en la propuesta de Cordón [2, 16, 17] para sistemas de recomendación basados en conocimiento permitiendo representar términos lingüísticos y la indeterminación mediante números SVN.

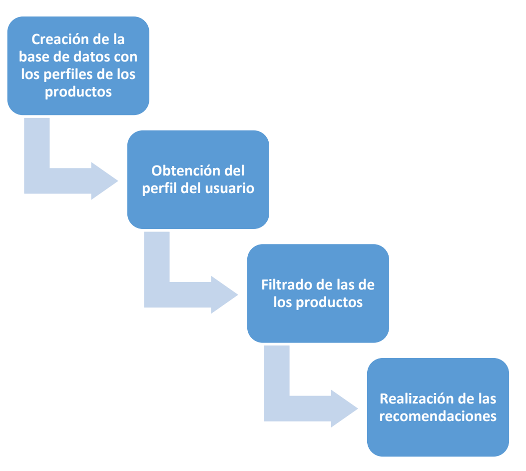


Figura 1. Modelo propuesto

La descripción detallada de cada una de sus actividades y del modelo matemático que soporta la propuesta es presentada a continuación.

3.1 Creación de la base de datos con los perfiles de los productos

Cada una de los productos a_i serán descritas por un conjunto de características que conformarán el perfil de los productos.

$$C = \{c_1, \dots, c_k, \dots, c_l\} \quad (4)$$

Este perfil puede ser obtenido de forma directa a partir de expertos:

$$F_{a_j} = \{v_1^j, \dots, v_k^j, \dots v_l^j\}, j = 1, \dots n \quad (5)$$

Las valoraciones de las características del producto, a_j, serán expresadas utilizando la escala lingüística S, $v_k^j \in S$ donde $S = \{s_1, \dots, s_g\}$ es el conjunto de término lingüísticos definidos para evaluar la característica c_k utilizando los números SVN. Para esto los términos lingüísticos a emplear son definidos.

Una vez descritas el conjunto de productos

$$A = \{a_1, \dots, a_j, \dots, a_n\} \quad (6)$$

Estos se guardan en una base de datos

3.2 Obtención del perfil del usuario

En esta actividad se obtiene la información del usuario sobre las preferencias de estos almacenándose en un perfil:

$$P_e = \{p_1^e, \dots, p_k^e, \dots, p_l^e\} \quad (7)$$

Dicho perfil estará integrado por un conjunto de atributos:

$$C^e = \{c_1^e, \dots, c_k^e, \dots, c_l^e\} \quad (8)$$

Donde $c_k^e \in S$

Este puede ser obtenido mediante ejemplo o mediante el llamado enfoque conversacional y mediante ejemplos los cuales pueden ser adaptados [18].

3.3 Filtrado de las de los productos

En esta actividad se filtran los productos de acuerdo al perfil del usuario para encontrar cuáles son las más adecuadas para este.

Con este propósito es calculada la similitud entre perfil de usuario, P_e y cada producto a_j registrado en la base de datos. Para el cálculo de la similitud total se emplea la siguiente expresión:

$$S_i = 1 - \left(\left(\frac{1}{3} \sum_{j=1}^{n} \left\{ \left(\left| a_{ij} - a_j^* \right| \right)^2 + \left(\left| b_{ij} - b_j^* \right| \right)^2 + \left(\left| c_{ij} - c_j^* \right| \right)^2 \right\} \right)^{\frac{1}{2}} \right) \quad (9)$$

La función S calcula la similitud entre los valores de los atributos del perfil de usuario y la y de los productos, a_j [19].

3.4 Realización de las recomendaciones

Una vez calculada la similitud entre el perfil del usuario en la base de datos y cada uno de los productos se ordenan de acuerdo a la similitud obtenida representado por el siguiente vector de similitud.

$$D = (d_1, \dots, d_n) \quad (10)$$

Los mejores serán aquellos que mejor satisfagan las necesidades del perfil del usuario o sea con mayor similitud.

4. Ejemplo

A continuación se presenta un ejemplo demostrativo basado en [20], supongamos una base de datos:

$$A = \{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5\}$$

Descrito por el conjunto de atributos

$$C = \{c_1, c_2, c_3, c_{4,}, c_5\}$$

Los atributos se valorarán en la siguiente escala lingüística (Tablas 1). Estas valoraciones serán almacenadas por el sistema en una base de datos.

Término lingüístico	Números SVN
Extremadamente buena(EB)	(1,0,0)
Muy muy buena (MMB)	(0.9, 0.1, 0.1)
Muy buena (MB)	(0.8,0,15,0.20)
Buena(B)	(0.70,0.25,0.30)
Medianamente buena (MDB)	(0.60,0.35,0.40)
Media(M)	(0.50,0.50,0.50)
Medianamente mala (MDM)	(0.40,0.65,0.60)
Mala (MA)	(0.30,0.75,0.70)
Muy mala (MM)	(0.20,0.85,0.80)
Muy muy mala (MMM)	(0.10,0.90,0.90)
Extremadamente mala (EM)	(0,1,1)

Tabla 1: Términos lingüísticos empleados [14].

La vista de la base de datos utilizado en este ejemplo, la podemos ver en la Tabla 2.

	c_1	c_2	c_3	c_4
a_1	MDB	M	MMB	B
a_2	B	MD	MB	M
a_3	MMB	M	M	B
a_4	M	B	MMB	B

Tabla 2: Base de datos de productos.

Si un usuario u_e, desea recibir las recomendaciones del sistema deberá proveer información al mismo expresando sus preferencias. En este caso:

$$P_e = \{\text{MDB}, \text{MB}, \text{MMB}, \text{MB}\}$$

El siguiente paso en nuestro ejemplo es el cálculo de la similitud entre el perfil de usuario y los productos almacenada en la base de datos.

a_1	a_2	a_3	a_4
0.44	0.76	0.42	0.84

Tabla 3: Similitud entre los productos y el perfil de usuario

En la fase de recomendación se recomendará aquellos productos que más se acerquen al perfil del usuario. Un ordenamiento de los productos basado en esta comparación sería el siguiente.

$$\{a_4, a_2, a_1, a_3\}$$

En caso de que el sistema recomendara los dos productos más cercanos, estas serían las recomendaciones:

$$a_4, a_2$$

Con este ejemplo queda demostrada la aplicabilidad de la propuesta.

Conclusiones

En este trabajo se presentó un modelo de recomendación productos siguiendo el enfoque basado en conocimiento. El mismo se basa en el empleo de los números SVN para expresar términos lingüísticos.

Trabajos futuros estarán relacionados con la creación de la base de datos a partir de múltiples expertos, así como la obtención de los pesos de las características utilizando valoraciones en grupo. Adicionalmente se trabajará en la inclusión de modelos de agregación más complejos, así como la hibridación con otros modelos de recomendación.

Referencias

1. Dietmar Jannach, Tutorial: Recommender Systems, in International Joint Conference on Artificial Intelligence Beijing, August 4, 2013. 2013.
2. Cordón, L.G.P., Modelos de recomendación con falta de información. Aplicaciones al sector turístico. 2008, Universidad de Jaén.
3. Freire, J.B., et al., Modelo de recomendación de productos basado en computación con palabras y operadores OWA [A product recommendation model based on computing with word and OWA operators]. International Journal of Innovation and Applied Studies, 2016. 16(1): p. 78.
4. Herrera, F. and L. Martínez, A 2-tuple fuzzy linguistic representation model for computing with words. Fuzzy Systems, IEEE Transactions on, 2000. 8(6): p. 746-752.
5. Salama, A., et al., Review of recommender systems algorithms utilized in social networks based e-Learning systems & neutrosophic system. Neutrosophic Sets and Systems, 2015. 8: p. 32-40.
6. Biswas, P., S. Pramanik, and B.C. Giri, TOPSIS method for multi-attribute group decision-making under single-valued neutrosophic environment. Neural computing and Applications, 2016. 27(3): p. 727-737.
7. Smarandache, F., A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic. Philosophy, 1999: p. 1-141.
8. Smarandache, F., A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic. Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability: Neutrsophic Logic. Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability. 2005: Infinite Study.
9. Pérez-Teruel, K. and M. Leyva-Vázquez, Neutrosophic logic for mental model elicitation and analysis. Neutrosophic Sets and Systems, 2012: p. 30.
10. Wang, H., et al., Interval Neutrosophic Sets and Logic: Theory and Applications in Computing: Theory and Applications in Computing. 2005: Hexis.
11. Wang, H., et al., Single valued neutrosophic sets. Review of the Air Force Academy, 2010(1): p. 10.
12. Vázquez, M.Y.L., et al., Modelo para el análisis de escenarios basados en mapas cognitivos difusos: estudio de caso en software biomédico. Ingenieria y Universidad: Engineering for Development, 2013. 17(2): p. 375-390.
13. Ye, J., Single-valued neutrosophic minimum spanning tree and its clustering method. Journal of intelligent Systems, 2014. 23(3): p. 311-324.
14. Şahin, R. and M. Yiğider, A Multi-criteria neutrosophic group decision making metod based TOPSIS for supplier selection. arXiv preprint arXiv:1412.5077, 2014.
15. Pérez-Teruel, K., M. Leyva-Vázquez, and V. Estrada-Sentí, Mental models consensus process using fuzzy cognitive maps and computing with words. Ingeniería y Universidad, 2015. 19(1): p. 173-188.
16. Arroyave, M.R.M., A.F. Estrada, and R.C. González, Modelo de recomendación para la orientación vocacional basado en la computación con palabras [Recommendation models for vocational orientation based on computing with words]. International Journal of Innovation and Applied Studies, 2016. 15(1): p. 80.
17. Padilla, R.C., et al., A Knowledge-based Recommendation Framework using SVN Numbers. Neutrosophic Sets and Systems, 2017: p. 24.
18. Pérez, L., Modelo de recomendación con falta de información. Aplicaciones al sector turístico. 2008, Tesis doctoral. Universidad de Jaén.
19. Pérez-Teruel, K., M. Leyva-Vázquez, and V. Estrada-Sentí, Mental Models Consensus Process Using Fuzzy Cognitive Maps and Computing with Words. Ingenieria y Universidad, 2015. 19(1): p. 7-22.
20. Arroyave, M.R.M., A.F. Estrada, and R.C. González, Modelo de recomendación para la orientación vocacional basado en la computación con palabras International Journal of Innovation and Applied Studies, 2016. Vol. 15 (No. 1): p. 80-92.


Neutrosophic Computing and Machine Learning , Vol. 1, 2018
University of New Mexico



Modelado y análisis las interdependencias entre requisitos no funcionales mediante mapas cognitivos neutrosóficos

Modeling and analyzing non-functional requirements interdependencies with neutrosofic cognitive maps

Ameirys Betancourt-Vázquez[1], Karina Pérez-Teruel[2]

1 Instituto Superior Politécnico de Tecnologias e Ciências (ISPTEC), Luanda, Angola. E-mail: ameirysbv@gmail.com

2 Universidad Abierta para Adultos (UAPA), Santiago de los Caballeros , República Dominicana. E-mail: karinapt@gmail.com

Abstract. Nonfunctional requirements refer to global properties of software. They are an important part of the requirement engineering process and play a key role in software quality. Current approaches for modelling nonfunctional requirements interdependencies have limitations for dealing with indeterminacy.

In this work we proposed a method to model interdependencies in nonfunctional requirements using neutrosophic cognitive maps. This proposal has many advantages for dealing with indeterminacy making easy the elicitation of knowledge. A case study is shown to demonstrate the applicability of the proposed method

Keywords: Nonfunctional requirements, requirement engineering neutrosophic logic, neutrosophic cognitive maps.

1. Introdución

Los ingenieros de software están involucrados en decisiones complejas que requieren puntos de vista múltiples. Una razón frecuente que causa un software de baja calidad está asociado a problemas relacionados con el análisis de los requisitos [1]. El requisito no funcional (NFR por sus siglas en inglés) también conocido como preocupaciones no funcionales [2] se refiere a las propiedades globales y generalmente a la calidad de los requisitos funcionales. En general, se reconoce que los NFR son una parte importante y difícil del proceso de ingeniería de requisitos. Juegan un papel clave en la calidad del software, y eso se considera un problema crítico [3].

El enfoque actual se basa fundamentalmente en el modelado de interdependencias utilizando solo mapas cognitivos difusos (FCM). En este trabajo, proponemos un nuevo marco para el procesamiento de la incertidumbre y la indeterminación en los modelos mentales.

Este documento está estructurado de la siguiente manera: la sección 2 revisa algunos conceptos importantes sobre las interdependencias de los requisitos no funcionales neutrosofía. En la Sección 3, presentamos un marco para modelar las interdependencias de requisitos no funcionales con la lógica neutrosófica. La Sección 4 muestra un ejemplo ilustrativo del modelo propuesto. El documento termina con conclusiones y recomendaciones de trabajo adicionales.

2 Interdependencia entre requisitos no funcionales

Existe una coincidencia en las actividades descritas por diferentes autores situadas dentro de la Ingeniería

de Requisitos y es que estos deben ser obtenidos, analizados, especificados, validados y administrados (Figura 1).

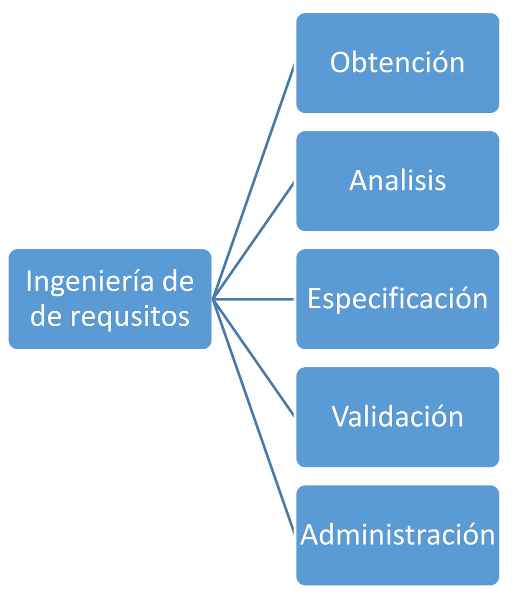


Figura 1 Actividades de la ingeniería de requisitos

El peso de las actividades de la IR se realiza en la fase o etapa de Requisitos. Aquí es donde se capturan, analizan, describen y validan y por tanto se elabora la mayoría de los productos de trabajo, elemento consumidor de esfuerzo, además de las actividades mencionadas. Las actividades de administración de requisitos continúan ejecutándose a lo largo del ciclo de vida del proyecto pero tienen un menor peso en cuanto al esfuerzo debido a que se realizan periódicamente (casi siempre al finalizar las iteraciones o fases) o dependen de eventualidades como es el caso del surgimiento de solicitudes de cambios. En el presente trabajo se considera el análisis de requisitos las actividades análisis de interdependencias y priorización.

Los requisitos no funcionales son difíciles de evaluar, en particular porque son subjetivos, relativos e interdependientes [4]. Para analizar el NFR, surge la incertidumbre, haciendo deseable calcular con información cualitativa. En los proyectos de desarrollo de software, el analista debe identificar y especificar las relaciones entre NFR. Los enfoques actuales diferencian tres tipos de relaciones: negativa (-), positiva (+) o nula (sin contribución). La oportunidad de evaluar el NFR depende del tipo de estas relaciones.

Softgoal Interdependency Graphs [4] es una técnica utilizada para modelar requisitos no funcionales e interdependencias entre ellos. Bendjenna [2] propuso el uso en relaciones cognitivas difusas (FCM) entre las NFC y el peso de estas relaciones expresadas con pesos difusos en el rango de 0 a 1. Este modelo carece de técnicas adicionales para analizar la FCM resultante.

La lógica neutrosófica es una generalización de la lógica difusa basada en la neutrosofía [5]. Cuando se introduce la indeterminación en el mapeo cognitivo, se denomina mapa cognitivo neutrosófico (NCM por sus siglas en inglés) [6]. Los NCM se basan en la neutrosofía para representar la incertidumbre y la indeterminación en mapas cognitivos [5] que amplían FCM. Un NCM es un grafo dirigido en el que al menos una conexión indeterminada denotada por líneas de puntos [7]. Construir un NCM permite lidiar con la indeterminación, facilitando la obtención de interdependencias entre NFR.

3 Marco de trabajo para el análisis de los requisitos no funcionales

Los siguientes pasos se usarán para establecer un marco de trabajo para modelar requisitos no funcionales interdependientes mediante NCM (Fig. 2).

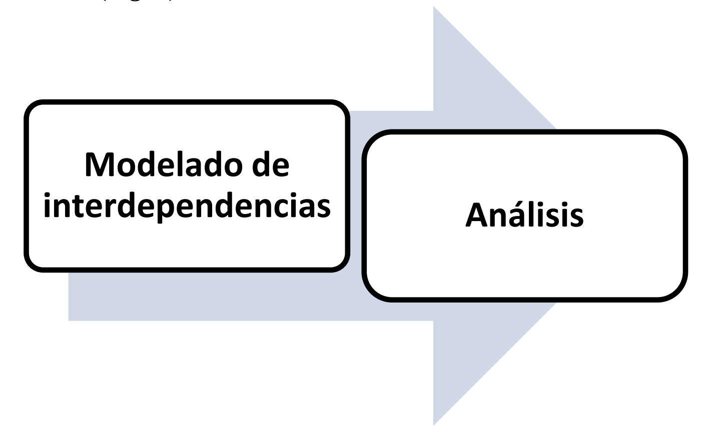


Figura 2: Marco de trabajo propuesto

Modelado de interdependencias

El primer paso es la identificación de la preocupación no funcional en un sistema (nodos). En este marco, proponemos el enfoque de Chong basado en un catálogo de NFR [4]. Las relaciones causales, sus pesos y signos se suscitan finalmente [8].

Análisis de los NFR

El análisis estático se desarrolla para definir la importancia del NFR en función de la medida de centralidad de grado [9]. Un proceso de de-neutrosificación da un número de intervalo para la centralidad. Finalmente, los nodos se ordenan y se da un orden global de NFR.

5 Ejemplo ilustrativo

En esta sección, se presenta un ejemplo ilustrativo para mostrar la aplicabilidad del modelo propuesto. Se identifican cinco requisitos no funcionales$R = (NFR_1 \quad, \dots, NFR_5)$ son identificados (Tabla 3).

1

Nodo	Descripción
NFR_1	Calidad
NFR_2	Fiabilidad
NFR_3	Funciolidad
NFR_4	Competitidad
NFR_5	Costo

Tabla 1 Requisitos no funcionales

Los expertos proporcionan las siguientes relaciones causales (Fig 3).

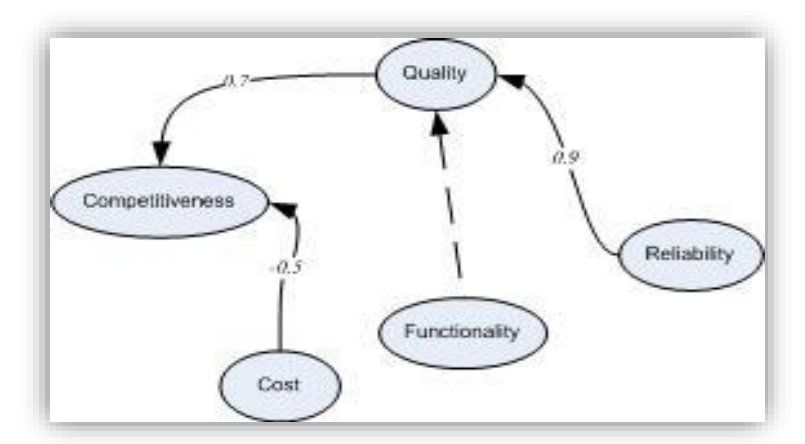


Figura 3. NCM representando las interdependencias entre NFR.

La puntuación neutrosófica de cada NFR basado en la medida de la centralidad es la siguiente:

NFR_1	1.6I
NFR_2	0.9
NFR_3	I
NFR_4	1.2
NFR_5	0.5

El siguiente paso es el proceso de desneutrosificación según lo propuesto por Salmeron y Smarandache [11]. I ∈ [0,1] se repala con valores máximos y mínimos.

NFR_1	[1.6, 2.6]
NFR_2	0.9
NFR_3	[0, 1]
NFR_4	1.2
NFR_5	0.5

Finalmente, trabajamos con valores extremos [12] para dar un orden total:

$$\mathrm{NFR}_1 \succ \mathrm{NFR}_4 \succ \mathrm{NFR}_2 \succ \mathrm{NFR}_3 \sim \mathrm{NFR}_5$$

Calidad, competitividad y confiabilidad son la preocupación más importante en este caso.

Conclusiones

Este documento propone un nuevo marco para modelar interdependencias en NFR usando NCM. La lógica neutrosófica se usa para representar la relación causal entre el NFR.

Construir un NCM permite lidiar con la indeterminación, facilitando la obtención de conocimiento por parte de los expertos. Un ejemplo ilustrativo mostró la aplicabilidad de la proposición. Trabajos adicionales se concentrarán en dos objetivos: desarrollar un modelo de consenso y desarrollar un sistema experto basado.

Referencias

1. Ejnioui, A., C.E. Otero, and A.A. Qureshi. Software requirement prioritization using fuzzy multi-attribute decision making. in Open Systems (ICOS), 2012 IEEE Conference on. 2012: IEEE.
2. Bendjenna, H., P.J. Charrel, and N.E. Zarour, Identifying and Modeling Non-Functional Concerns Relationships. J. Software Engineering & Applications, 2010: p. 820-826.
3. Serna-Montoya4, É., Estado actual de la investigación e requisitos no funcionales. Ing. Univ. , 2012(enero-junio).
4. Chung, L., et al., Non-functional requirements. Software Engineering, 2000.
5. Smarandache, F., A unifying field in logics: neutrosophic logic. Neutrosophy, neutrosophic set, neutrosophic probability and statistics. 2005: American Research Press.
6. Kandasamy, W.V. and F. Smarandache, Analysis of social aspects of migrant labourers living with HIV/AIDS using Fuzzy Theory and Neutrosophic Cognitive Maps. 2004: American Research Press.
7. Salmeron, J.L. and F. Smarandache, Processing Uncertainty and Indeterminacy in Information Systems projects success mapping, in Computational Modeling in Applied Problems: collected papers on econometrics, operations research, game theory and simulation. 2006, Hexis. p. 94.
8. Leyva-Vázquez, M.Y., et al., Modelo para el análisis de escenarios basado en mapas cognitivos difusos. Ingeniería y Universidad 2013. 17(2).
9. Samarasinghea, S. and G. Strickert, A New Method for Identifying the Central Nodes in Fuzzy Cognitive Maps using Consensus Centrality Measure, in 19th International Congress on Modelling and Simulation. 2011: Perth, Australia.
10. Leyva-Vázquez, M.Y., R. Rosado-Rosello, and A. Febles-Estrada, Modelado y análisis de los factores críticos de éxito de los proyectos de software mediante mapas cognitivos difusos. Ciencias de la Información, 2012. 43(2): p. 41-46.
11. Salmerona, J.L. and F. Smarandacheb, Redesigning Decision Matrix Method with an indeterminacy-based inference process. Multispace and Multistructure. Neutrosophic Transdisciplinarity (100 Collected Papers of Sciences), 2010. 4: p. 151.
12. Merigó, J., New extensions to the OWA operators and its application in decision making, in Department of Business Administration, University of Barcelona. 2008, University of Barcelona: Barcelona.



Neutrosophic Computing and Machine Learning , Vol. 1, 2018

University of New Mexico



Competencias de los profesionales de Ingeniera en Sistemas en el mercado laboral. Análisis basado en mapas cognitivos neutrosóficos.

Competencies of Systems Engineer in the labor market. An analysis based on neutrosophic cognitive mapping.

Evelyn Jazmín Henríquez Antepara[1], Jenny Elizabeth Arizga Gamboa[2], Ruth Elizabeth Paredes Santin[3] , Mélida Rocio Campoverde Méndez[4] , Maikel Leyva-Vázquez[5]

[1] Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas, Guayaquil Ecuador. Email: evelyn.henriqueza@ug.edu.ec
[2] Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas, Guayaquil Ecuador. Email: ing_jennyarizaga@hotmail.com
[3] Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas, Guayaquil Ecuador. Email: ruth.paredess@ug.edu.ec
[4] Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, Facultad de Educación, Guayaquil Ecuador. Email: rociocampoverde@gmail.com[5] Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas, Guayaquil Ecuador. Email: mleyvaz@gmail.com

Abstract.

Recently, neutrosophic cognitive maps and its application in decision making have become a topic of significant importance for researchers and practitioners. Furthermore, systems engineering is a demanding career with many interrelated competencies. In this paper system engineering competencies are summarized. Later a framework based on static analysis of neutrosophic cognitive maps applied to competencies modelling and prioritization in presented. A case study based on modelling and prioritization of transversal competencies is developed. The paper ends with conclusion and future research directions.

Keywords: information systems, competencies, neutrosophic cognitive mapping, prioritization.

1. Introducción

La ingeniería en sistemas[1] constituye una rama de la ingeniería encargada de diseñar, programar, aplicar y mantener sistemas informáticos. La administración de redes y sistemas de información constituyen tareas principales para lograr la optimización de los datos que maneja una compañía. Adicionalmente investiga para crear e implementar soluciones de software y hardware dentro de las organizaciones.

Los ingenieros en sistemas abarcan diversos campos de conocimientos vinculados como por ejemplo en la aplicación de las matemáticas, física, electricidad, inteligencia artificial entre otros, por esta razón la preparación de un ingeniero es más extensa y es un duro trabajo para llegar a culminar la carrera. Es necesario identificar las competencias en el ámbito laboral para que el ingeniero sepa desenvolviese adecuadamente y sepa resolver situaciones complejas, no saber la teoría aprendida en sus años de estudios.

La lógica neutrosófica es una generalización de la lógica difusa basada en el concepto de neutrosofía [2, 3]. Una matriz neutrosófica, por su parte, es una matriz donde los elementos $a = (a_{ij})$ han sido reemplazados por elementos en

$\langle R \cup I \rangle$, donde $\langle R \cup I \rangle$ es un anillo neutrosófica entero [4]. Un grafo neutrosófico es un grafo en el cual al menos un arco es un arco neutrosófico [5]. Si la indeterminación es introducida en un mapa cognitivo [6]entonces

es llamado un mapa cognitivo neutrosófico [7, 8], el cual resulta especialmente útil en la representación del conocimiento causal [2, 9].

En el presente trabajo se presenta se listan las principales competencias de los ingenieros de sistemas y se realiza su priorización de las mismas mediante el análisis de sus interrelaciones utilizando mapas cognitivos neutrosófica (NCM por sus siglas en inglés) [10-12] .

1. Marco teórico

Según la RAE[13]: "competencia f. Disputa o contienda entre dos o más personas sobre algo", según Perrenoud es una "aptitud para enfrentar eficazmente una familia de situaciones análogas, utilizando múltiples recursos cognitivos"

Según Mertens, una competencia laboral es [14]:la aptitud de un individuo para desempeñar una misma función productiva en diferentes contextos y con base en los requerimientos de calidad esperados por el sector productivo. Esta aptitud se logra con la adquisición y desarrollo de conocimientos, habilidades y capacidades que son expresados en el saber, el hacer y el saber hacer."

Es necesario que cualquier individuo con un título universitario sepa las competencias laborares que envuelven su ámbito laboral.

La competencia genérica [15] que existen entre todas las carreras universitarias al momento de ejercer su profesión, las cuales son la toma de decisiones en cualquier momento, sea critico o no, el conocimiento en diseñar proyectos y las habilidades inter/intrapersonales,

También se debe concentrar en que la mayoría de trabajadores no cumplen con un título universitario correspondiente a su área de trabajo, el cual es un gran problema que provoca escases de oportunidades laborales a un ingeniero en sistemas.

Lo importante de las competencias profesionales [16] radica en que la capacidad de actuación no surge de manera espontánea por la simple práctica, sino que precisa de conocimientos especializados, por consiguiente, la ingeniería en sistemas aparece como un conjunto de competencias que involucra el conocimiento teórico combinado con la práctica.

Por su parte las competencias laborales pueden ser definidas como [17]:

"Capacidad productiva de un individuo que se define y mide en términos de desempeño en un determinado contexto laboral, y no solamente de conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes; éstas son necesarias, pero no suficientes por sí mismas para un desempeño efectivo"

3 Perfil del ingeniero en sistemas

Existe varias definiciones del perfil de un ingeniero en sistemas[18-20] .A continuación y en sub-epígrafes siguientes (3.1-3.3) se resumen las principales.

Un ingeniero en sistemas, conoce, analiza y aplica sus conocimientos para la identificación de los diversos sistemas de actividad humana caracterizándolos y desarrollándolos a través de del manejo de tecnologías de la Información, promoviendo el trabajo en equipo multitareas.

Planifica, analiza, diseña, implementa, evalúa, y audita proyectos informáticos, sistemas de producción y proyectos de inversión; haciendo uso de tecnología de punta, con estándares de calidad, promovien3do la generación de empleo con innovación.

Diseña, implementa, evalúa y mantiene redes de comunicación de datos de acuerdo a las necesidades de cada realidad, manteniendo normas de calidad; mostrando adaptabilidad a los cambios tecnológicos.

Evalúa, contrasta, selecciona y recomienda técnicamente el hardware apropiado, fundamentada sobre los conceptos de la arquitectura de las Microcomputadoras.

Conceptualiza, analiza, modela y simula problemas organizacionales complejos e implementa soluciones integrales, para incrementar la productividad empresarial.

Planifica, analiza, diseña, desarrolla e implementa sistemas expertos, haciendo uso de la inteligencia artificial, a fin de dar solución a problemas empresariales totalmente automatizables.

Características

Analítico: Capaz de desarrollar las actitudes necesarias para separar y distinguir las partes de un todo.

Creativo: Competente para crear propuestas innovadoras que den solución a los problemas Objetivo: Capacitado para adecuar el conocimiento a la característica esencial de un problema. Actualizado: Informado sobre las tendencias tecnológicas actuales.

Competencias transversales

Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: Álgebra lineal, geometría, geometría diferencial, cálculo diferencial e integral, ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales, métodos numéricos y algorítmicos numéricos.

Comprensión y dominio de los conceptos básicos sobre las leyes de la informática y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería.

Conocimientos básicos sobre el uso y programación de los ordenadores, sistemas operativos, bases de datos y programas informáticos con aplicación en ingeniería.

Poseer las habilidades de aprendizaje que permitan continuar estudiando a lo largo de toda la vida para un desarrollo profesional adecuado.

Elaboración de estudios de viabilidad técnico-económica con la informática: Planificación para concebir un sistema de ingeniería y evaluar sus impactos.

Capacidad para resolver problemas dentro de su área de estudio.

Capacidad para encontrar, relacionar y estructurar información proveniente de diversas fuentes y de integrar ideas y conocimientos

Capacidad para conocer, entender y utilizar los principios de Estadística aplicada.

Tener motivación por el logro profesional y para afrontar nuevos retos, así como una visión amplia de las posibilidades de la carrera profesional en el ámbito de la Ingeniería en Informática.

Tener iniciativa para aportar y/o evaluar soluciones alternativas o novedosas a los problemas, demostrando flexibilidad y profesionalidad a la hora de considerar distintos criterios de evaluación

Uso de la lengua inglesa a nivel escrito y oral.

Competencias técnicas

Identificar tecnologías actuales y emergentes y evaluar si son aplicables, y en qué medida, para satisfacer las necesidades de los usuarios

Aplicar los principios de las tecnologías avanzadas de comunicación y las técnicas de interacción hombre-máquina (HCI) al diseño e implementación de soluciones basadas en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), integrándolas en el entorno de usuario.

Analizar, identificar y definir los requisitos que debe cumplir un sistema informático para resolver problemas o conseguir objetivos de organizaciones y personas.

Evaluar sistemas hardware/software en función de un criterio de calidad determinado.

Definir y gestionar la infraestructura TIC de la organización.

Integrar tecnologías de hardware, software y comunicaciones (y ser capaz de desarrollar soluciones específicas de software de sistemas) para redes y dispositivos de computación.

Administrar Bases de Datos por medio de un Sistema Gestores de Base de Datos (SGBD).

Desarrollar aplicaciones cliente- servidor y distribuidas, que requieran el uso de protocolos para comunicaciones seguras. Seleccionar el paradigma adecuado para el desarrollo de un sistema computacional específico.

Integrar las diversas tecnologías de Internet en el desarrollo de aplicaciones Web con distintas tecnologías y en apego a los estándares establecidos para este fin. Seleccionar la metodología adecuada para el desarrollo de software.

Diseñar dispositivos lógicos programables para una aplicación específica. Integrar y participar de forma efectiva con grupos inter y multidisciplinarios, así como multiculturales.

Dirigir equipos de trabajo compuestos por Analistas funcionales, Analistas de aplicaciones, Programadores.

Conocimiento y aplicación de las características, funcionalidades y estructura de los Sistemas Distribuidos, las Redes de Computadores e Internet y diseñar e implementar aplicaciones basadas en ellas.

Integrar diversos sistemas de manera que proporcionen una plataforma coherente para la operación de la organización.

Planear y administrar proyectos de desarrollo de software.

2. Análisis de las competencias mediante mapas cognitivos neutrosófica

A continuación, se muestra el proceso a seguir (Figura 1).

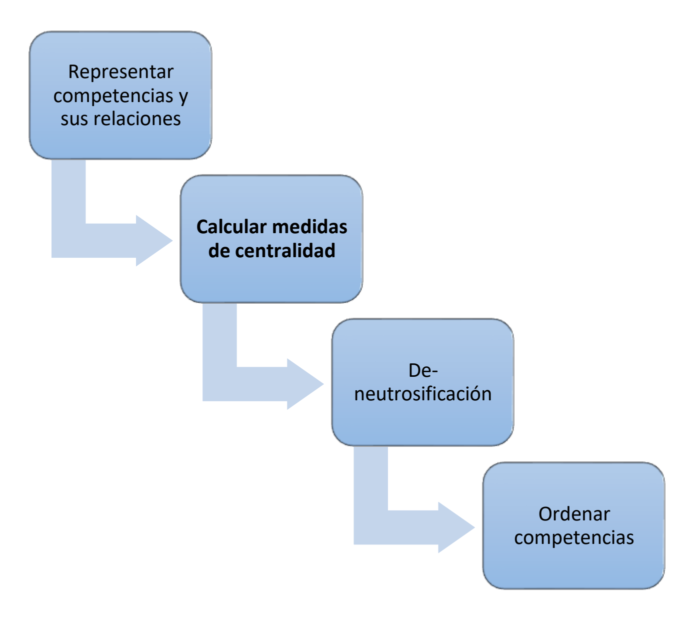


Figura 2: Proceso propuesto.

Las siguientes medidas se emplean en el modelo propuesto basado en los valor absolutos de la matriz de adyacencia [21]:

Outdegree $od(v_i)$ es la suma de las filas en la matriz de adyacencia neutrosófica. Refleja la fortaleza de las relaciones (c_{ij}) saliente de la variable.

$$od(v_i) = \sum_{i=1}^{N} c_{ij} \qquad (1)$$

Indegree $id(v_i)$ es la suma de las columnas Refleja la Fortaleza de las relaciones (c_{ij}) saliente de la variable.

$$id(v_i) = \sum_{i=1}^{N} c_{ji} \qquad (2)$$

Centralidad total (total degree $td(v_i)$), es la suma del indegree y el outdegree de la variable.

$$td(v_i) = od(v_i) + id(v_i) \quad (3)$$

En este caso se representa la relación entre las competencias en este caso un subconjunto de las llamadas competencias transversales.

Competencia	Descripción
c_1	Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos
c_2	Comprensión y dominio de los conceptos básicos sobre las leyes de la informática
c_3	Conocimientos básicos sobre el uso y programación de los ordenadores
c_4	Capacidad para resolver problemas dentro de su área de estudio
c_5	Tener motivación por el logro profesional y para afrontar nuevos retos,
c_6	Uso de la lengua inglesa a nivel escrito y oral.

Tabla 1. Competencias analizadas

El NCM se desarrolla mediante la captura de del conocimiento. La matriz de adyacencia neutrosófica generada se muestra en la Tabla 2.

0	**0.7**	**0.4**	**I**	**0**	**0**

0	0	0.9	0.7	0	0
0	0	0	0.9	0	0
0	0.5	0	0	0.9	0
0	I	0	0.7	0	0
0	0.9	0.6	0.7	I	0

Tabla 2: Matriz de adyacencia.

Las medidas de centralidad calculadas son mostradas a continuación.

c_1	1.1+I
c_2	1.6+I
c_3	0.9
c_4	1.4
c_5	0.7
c_6	2.2+I

Tabla 3: Outdegree

c_1	A	0
c_2	B	2.1+I
c_3	C	1.9
c_4	D	3+I
c_5	E	0.9+I
c_6	F	0

Table 4: Indegree

c_1	A	1.1+I
c_2	B	3.7+2I
c_3	C	2.18

c_4	D	3.4+I
c_5	E	1.6+I
c_6	F	2.2+I

Tabla 5: Total degree

Un análisis estático en NCM [22] el cual da como resultado inicialmente número neutrosóficos de la forma (a+bI, donde I = indeterminación) [23]. Finalmente mediante un proceso de de-neutrosificación tal como fue propuesto por Salmerón and Smarandache [24]. I ∈[0,1] es reemplazado por sus valores máximos y mínimos.

c_1	[1.1, 2.1]
c_2	[3.7, 5.7]
c_3	2.18
c_4	[3.4, 4.4]
c_5	[1.6, 2.6]
c_6	[2.2, 3.2]

Tabla 6: De-neutroficación

Finalmente se trabaja con la media de los valores extremos para obtener un único valor [25] .

$$\lambda([a_1, a_2]) = \frac{a_1 + a_2}{2} \qquad (4)$$

entonces

$$A \succ B \Leftrightarrow \frac{a_1 + a_2}{2} > \frac{b_1 + b_2}{2} \qquad (2)$$

c_1	1.6
c_2	4,7
c_3	2.18
c_4	3,9
c_5	2,1
c_6	2.7

Table 7. Mediana de los valores extremos

A partir de estos valores numéricos se obtiene el siguiente orden

$$c_2 \succ c_4 \succ c_6 \succ c_3 \succ c_5 \succ c_1$$

En este caso la competencia más importante es:" Comprensión y dominio de los conceptos básicos sobre las leyes de la informática".

Conclusiones

Un ingeniero en sistemas debe estar capacitado al momento de entrar al mundo laboral y es de suma importancia que conozcan las competencias laborarles relacionados a su carrera, las cuales en resumen son, realizar tareas, resolver problemas de forma autónoma y flexible y ser capaces de colaborar en un entorno determinado. Todo esto debe ser empleado para posesionarse en su entorno laboral haciendo valer su título y años de estudio.

En el trabajo se presentó un análisis de las interrelaciones entre competencias y se les da una prioridad a lo mismo. En el estudio de caso desarrollado se determinó como las más importante a la: Comprensión y dominio de los conceptos básicos sobre las leyes de la informática. Como trabajos futuros se encuentra analizar nuevas competencias en de marco de modelo propuesto.

Referencias

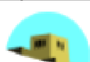
1. Pollo Cattaneo, M.F., et al. Implementación de sistemas inteligentes para la asistencia a alumnos y docentes de la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información. in XVIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2016, Entre Ríos, Argentina). 2016.
2. Smarandache, F., A unifying field in logics: neutrosophic logic. Neutrosophy, neutrosophic set, neutrosophic probability and statistics. 2005: American Research Press.
3. Vera, M., et al., Las habilidades del marketing como determinantes que sustentaran la competitividad de la Industria del arroz en el cantón Yaguachi. Aplicación de los números SVN a la priorización de estrategias. Neutrosophic Sets & Systems, 2016. 13.
4. Kandasamy, W.V. and F. Smarandache, Fuzzy Neutrosophic Models for Social Scientists. 2013: Education Publisher Inc.
5. Kandasamy, W.B.V. and F. Smarandache, Fuzzy cognitive maps and neutrosophic cognitive maps. 2003: American Research Press.
6. Leyva-Vázquez, M., et al. The Extended Hierarchical Linguistic Model in Fuzzy Cognitive Maps. in Technologies and Innovation: Second International Conference, CITI 2016, Guayaquil, Ecuador, November 23-25, 2016, Proceedings 2. 2016. Springer.
7. Betancourt-Vázquez, A., M. Leyva-Vázquez, and K. Perez-Teruel, Neutrosophic cognitive maps for modeling project portfolio interdependencies. Critical Review, 2015. 10: p. 40-44.
8. Pérez-Teruel, K. and M. Leyva-Vázquez, Neutrosophic logic for mental model elicitation and analysis. Neutrosophic Sets and Systems, 2012: p. 30.

9. Leyva-Vázquez, M., et al., Técnicas para la representación del conocimiento causal: un estudio de caso en Informática Médica. Revista Cubana de información en ciencias de la salud, 2013. 24(1): p. 73-83.
10. Kandasamy, W.V. and F. Smarandache, Analysis of social aspects of migrant labourers living with HIV/AIDS using Fuzzy Theory and Neutrosophic Cognitive Maps. 2004: American Research Press.
11. Leyva-Vazquez, M., K. Perez-Teruel, and F. Smarandache, Análisis de textos de José Martí utilizando mapas cognitivos neutrosóficos. Neutrosophic Theory and Its Applications.: p. 481.
12. Vera, P.J.M., et al., Static analysis in neutrosophic cognitive maps. Neutrosophic Sets & Systems, 2016. 14.
13. de la Lengua, R.A.E., Real Academia Española de la Lengua. 2016, Obtenido de http://dle. rae. es.
14. Mertens, L., Competencia laboral: sistemas, surgimiento y modelos. 1996, Cinterfor Montevideo.
15. Garcia, J., et al., De la teoría a la práctica: cinco años después de la integración de la competencia genérica sostenibilidad en el Grado en Ingeniería Informática. Actas de las XX Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática, Jenui, 2014: p. 253-260.
16. Tirado, L.J., et al., Competencias profesionales: una estrategia para el desempeño exitoso de los ingenieros industriales. Revista Facultad de Ingeniería, 2014(40): p. 123-139.
17. Vargas, F., F. Casanova, and L. Montanaro, El enfoque de competencia laboral: manual de formación. 2001: CINTER-FOR/OIT.
18. Juan, A.A., et al., Definición de competencias específicas y genéricas del ingeniero en informática. Docencia Universitaria Proyectos de Innovación Docente, 2006.
19. Ortega Izquierdo, A., Competencias profesionales del ingeniero en informática. 2012, Universitat Oberta de Catalunya.
20. Serra Gordo, M., Estudio comparativo de las competencias profesionales transversales para informáticos en los planes antiguos y los adaptados al EEES en seis universidades catalanas. 2010, Universitat Oberta de Catalunya.
21. Stach, W., L. Kurgan, and W. Pedrycz, Expert-based and computational methods for developing fuzzy cognitive maps, in Fuzzy Cognitive Maps. 2010, Springer. p. 23-41.
22. Pérez-Teruel, K. and M. Leyva-Vázquez, Neutrosophic logic for mental model elicitation and analysis. Neutrosophic Sets and Systems, 2012: p. 31-3.
23. Smarandache, F., Refined literal indeterminacy and the multiplication law of sub-indeterminacies. Neutrosophic Sets and Systems, 2015. 9: p. 58-63.
24. Salmerona, J.L. and F. Smarandacheb, Redesigning Decision Matrix Method with an indeterminacy-based inference process. Multispace and Multistructure. Neutrosophic Transdisciplinarity (100 Collected Papers of Sciences), 2010. 4: p. 151.
25. Merigó, J., New extensions to the OWA operators and its application in decision making, in Department of Business Administration, University of Barcelona. 2008.

.



Neutrosophic Computing and Machine Learning , Vol. 1, 2018
University of New Mexico



Modelos para la evaluación de competencias en sistemas de información empleando números SVN

A competency evaluation framework in information systems using SVN numbers

Evelyn Jazmín Henríquez Antepara[1], Oscar Omar Apolinario Arzube[2], Jorge Arturo Chicala Arroyave[3], Eduardo Antonio Alvarado Unamuno[4], Maikel Leyva Vázquez[5]

[1]Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas, Guayaquil Ecuador. Email: evelyn.henriqueza@ug.edu.ec
[2]Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas, Guayaquil Ecuador. Email: apolinariooscar@gmail.com
[3]Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas, Guayaquil Ecuador. Email: jchicala@hotmail.com
[4]Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas, Guayaquil Ecuador. Email: jchicala@hotmail.com
[5]Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas, Guayaquil Ecuador. Email: mleyvaz@ug.edu.ec

Abstract.

Recently neutrosophic sets and its application to decision making have become a topic of significant importance for researchers and practitioners. The present work addresses one of the most complex aspects of the formative process based on competencies: evaluation. In this paper, a new method for competencies evaluation is developed in a multicriteria framework. The proposed framework is composed of four activities, framework, gathering information, ideal solution distance calculation and ranking alternatives. Student are evaluated using SVN, for the treatment of neutralities, and Euclidean distance. The paper ends with conclusion and future work proposal for the application of neutrosophy to new areas of education.

Keywords: competency, evaluation, neutrosophy, SVN numbers.

1. Introducción

El concepto de educación basada en competencias [1] es un modelo de aprendizaje que prioriza las competencias adquiridas por sobre el tiempo que pasan en clase. Actualmente el enfoque de la educación por competencias [2] se ha vuelto un asunto de central interés en la investigación educativa debido a su influencia en muchas de las reformas educativas. Sin embargo, la noción de competencias es aún ambigua y plantea preguntas, no solamente para la psicología, la pedagogía, la didáctica, sino también para la epistemología.

La educación basada en competencias es una nueva orientación educativa que pretende dar respuestas a la sociedad de la información.

El concepto de competencia, tal y como se entiende en la educación, resulta de las nuevas teorías de cognición y básicamente significa saberes de ejecución [2]. Puesto que todo proceso de "conocer" se traduce en un "saber", entonces es posible decir que son recíprocos competencia y saber: saber pensar, saber desempeñar, saber interpretar, saber actuar en diferentes escenarios, desde sí y para los demás [1].

En el presente trabajo se propone un modelo donde se analiza el proceso de evaluación por competencias basado en números neutrosófica de valor único (SVN por sus siglas en inglés) permitiendo la utilización de variables lingüísticas [3].

El artículo continúa de la siguiente forma: en la sección 2 se discute el concepto de competencias y su evaluación. La sesión 3 es dedicada a la neutrosófica y los números SVN. Se presenta el modelo propuesto basado en el análisis de las decisiones

y un ejemplo demostrativo en secciones 4 y 5 respectivamente. El trabajo finaliza con las conclusiones y recomendaciones de trabajo futuro.

2. Educación basada en competencias

La educación universitaria requiere actualmente una visión renovada para su planeación, que alineada con las características de la llamada sociedad del conocimiento y la información[4], como es el desarrollo y promoción de las nuevas tecnologías, las cuales en la actualidad amplían las fronteras y transfiguran ya el proceso de enseñanza-aprendizaje. Por ello se ha visto que es necesario repensar los conceptos básicos de la planeación estratégica de las universidades y explorar las competencias que las instituciones de educación superior forzosamente requerirán para poder anticipar las exigencias a las que sus alumnos se enfrentarán en el siglo actual [1].
Aunque existen diversas definiciones de competencia, en la actualidad es un concepto multidimensional que se basa en la capacidad de un individuo para un buen desempeño. En el conjunto de definiciones brindadas hay elementos que se repiten y establecen la esencia que tienen ellas; estos aspectos se muestran e la figura 1[5].

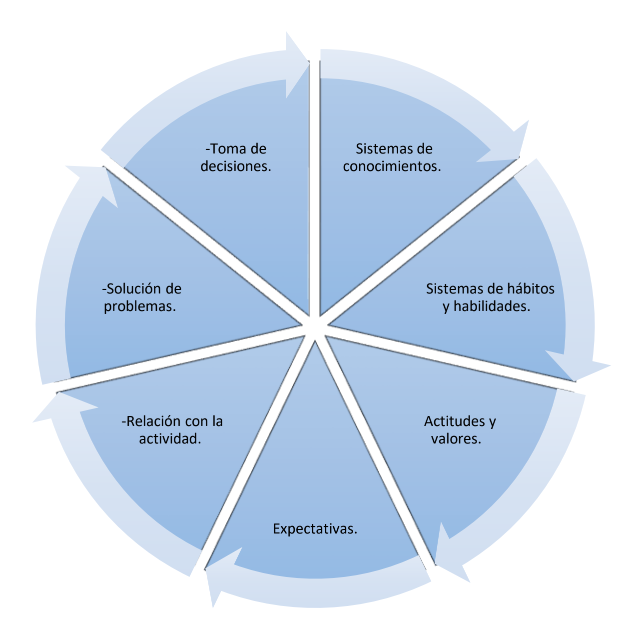


Figura 1: Componentes de las competencias [5].

Se plantea tres factores esenciales para el tránsito hacia la educación basada en competencias [6]:

- La necesidad de que las personas desarrollen capacidades amplias, que les permitan aprender, y desaprender, a lo largo de toda su vida para adecuarse a situaciones cambiantes.
- El conocimiento es cada vez más complejo, obedeciendo a una lógica posmoderna que nos cuesta articular porque equiparamos complejidad y complicación.
- La necesidad de una formación integral que permita a las personas enfrentarse a una sociedad incierta.

Un aspecto importante de la educación basada en competencias es la necesidad de desarrollar instrumentos que faciliten la evaluación de los resultados obtenidos por el estudiante en el logro de las competencias. Además de los criterios de evaluación, definidos por el propio enunciado y detalle de la competencia, se necesitan escalas de medida los resultados del

aprendizaje incluyendo indicadores que permitan comparar los estudiantes con el logro real obtenido de la competencia con el nivel de conocimiento y dominio de la misma previamente establecido. Es por tanto importante el desarrollo métodos y técnicas de evaluación que faciliten la obtención de los datos y las informaciones necesarias en el proceso evaluativo [7].

3 Números SVN

La neutrosofía [8] es una teoría matemática desarrollada para el tratamiento de las neutralidades. Esta ha sido la base para una serie de teorías que generalizan las teorías clásicas y difusas como son los conjuntos neutrosóficos y la lógica neutrosófica[9-11] .
La definición original de valor de verdad en la lógica neutrosófica es mostrado a continuación [12]:
sean $N = \{(T, I, F) : T, I, F \subseteq [0, 1]\}$, una valuación neutrosófica es u mapeo de un grupo de fórmulas proposicionales a N , esto es que por cada sentencia p tenemos

$$v\,(p) = (T, I, F) \qquad (1)$$

los conjuntos neutrosóficos de valor único (SVNS por sus siglas en inglés) [13] fueron propuestos con el propósito de facilitar la aplicación práctica a problema de la toma de decisiones y de la ingeniería los cuales permiten el empleo de variable lingüísticas [14] lo que aumenta la interpretabilidad en los modelos de toma de decisiones [15]. Dichos número enriquecen las posibilidades de representación de incertidumbre dentro del Soft Computing [16].
Sea X un universo de discurso. Un SVNS A sobre X es un objeto de la forma:

$$A = \{\langle x, u_A(x), r_A(x), v_A(x)\rangle : x \in X\} \qquad (2)$$

donde $u_A(x): X \rightarrow [0,1]$, $r_A(x),: X \rightarrow [0,1]$ y $v_A(x): X \rightarrow [0,1]$ con $0 \leq u_A(x) + r_A(x) + v_A(x): \leq 3$ para todo $x \in X$. El intervalo $u_A(x)$, $r_A(x)$ y $v_A(x)$ denotan las membrecías a verdadero, indeterminado y falso de x en A, respectivamente. Por cuestiones de conveniencia un número SVN será expresado como $A = (a, b, c)$, donde $a, b, c \in [0,1]$, y $+ b + c \leq 3$.

Para la obtención de las valoraciones de los expertos en los modelos de evaluación se propone el empleo de números neutrosóficos de valor único (SVN por sus siglas en inglés)[17, 18].

A partir de esta distancia euclidiana se puede definir una medida de similitud [19] y resulta útil para el desarrollo de modelos de decisión.

4 Modelo propuesto

A continuación, se presenta el flujo de trabajo propuesto (Figura 1). Se representan los términos lingüísticos y la indeterminación mediante números SVN [20].

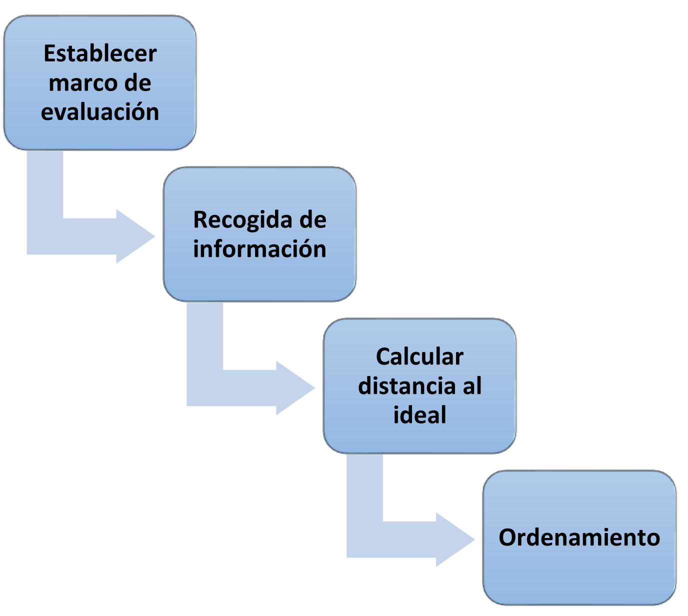


Figura 2: Modelo propuesto.

La descripción detallada de cada una de sus actividades y del modelo matemático que soporta la propuesta se presenta a continuación.

1. Establecer marco de evaluación: Se seleccionan las competencias y los estudiantes a ser evaluados con el fin de priorizar estos últimos. El marco de trabajo queda definido de la siguiente forma:
   - C={$c_1, c_2, \ldots, c_k$ } con $k \geq 2$ las competencias a ser evaluadas.
   - E={$e_1, e_2, \ldots, e_m$ } con $m \geq 2$ el conjunto de estudiantes a ser evaluados.
2. Recogida de información: Se obtiene información sobre las preferencias de los decisores. Esta información representa la valoración de cada estudiante con respecto a las competencias. El vector de utilidad [21] es representado de la siguiente forma:
   - $P_j = \{p_{j1}, p_{j2}, \ldots, p_{jk}\}$, donde p_{jk} es la preferencia en relación al a las competencias $c_k$del estudiante e_j

   Las valoraciones serán dadas mediante números SVN.

3. Calcular distancia al ideal: Para evaluar la alternativas proponemos construir la opción ideal[18]. Los criterios pueden ser clasificador como de tipo costo o tipo beneficios. Sea C^+ el conjunto de criterios tipo beneficios y C^- de criterios tipo costo. La alternativa ideal sea definida de la siguiente forma:

$$I = \left\{ \left(max_{i=1}^{k} T_{U_j} | j \in C^{+}, min_{i=1}^{k} T_{U_j} | j \in C^{-} \right), \left(min_{i=1}^{k} I_{U_j} | j \in C^{+}, max_{i=1}^{k} I_{U_j} | j \in C^{-} \right), \left(min_{i=1}^{k} F_{U_j} | j \in C^{+}, max_{i=1}^{k} F_{U_j} | j \in C^{-} \right) \right\} = [v_1, v_2, \ldots, v_n] \quad (6)$$

4. y ordenar las alternativas empleando las distancia euclidiana entre números neutrosóficos de valor único (SVN por sus siglas en inglés)[17, 18].

Sea $A^* = (A_1^*, A_2^*, \ldots, A_n^*)$ sea un vector de números SVN tal que $A_j^* = (a_j^*, b_j^*, c_j^*)$ j=(1,2, … , n) y B_i = (B_{i1}, B_{i2}, … , B_{im}) (i = 1,2, … , m) sea m vectores de n SVN números tal que y B_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}) (i = 1,2, … , m), (j = 1,2, … , n) entonces la distancia euclidiana es definida como. Las B_i y A^* resulta[18]:

$$s_i = \left(\frac{1}{3} \sum_{j=1}^{n} \left\{ \left(|a_{ij} - a_j^*| \right)^2 + \left(|b_{ij} - b_j^*| \right)^2 + \left(|c_{ij} - c_j^*| \right)^2 \right\} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

(i = 1,2, … , m)

Ordenamiento: El ordenamiento ocurre de menor a mayor a partir del valor global de distancia obtenido. En la medida en que la alternativa de $A_i$se encuentra más próximo al punto ideal (s_i menor) mejor será esta, permitiendo establecer un orden entre alternativas [16].

5 Ejemplo

A continuación, se presenta un ejemplo demostrativo. En la etapa de establecimiento del marco de evaluación se selecciona el dominio en que será verbalizada la información.
Se emplean los siguientes términos lingüísticos (Tabla I).

Término lingüístico	Números SVN
Extremadamente buena(EB)	(1,0,0)
Muy muy buena (MMB)	(0.9, 0.1, 0.1)
Muy buena (MB)	(0.8,0,15,0.20)
Buena(B)	(0.70,0.25,0.30)
Medianamente buena (MDB)	(0.60,0.35,0.40)
Media(M)	(0.50,0.50,0.50)
Medianamente mala (MDM)	(0.40,0.65,0.60)
Mala (MA)	(0.30,0.75,0.70)
Muy mala (MM)	(0.20,0.85,0.80)
Muy muy mala (MMM)	(0.10,0.90,0.90)
Extremadamente mala (EM)	(0,1,1)

Tabla 1: Términos lingüísticos empleados [18].

Se procede a evaluar 3 competencias fundamentales.

c_1:Analizar, identificar y definir los requisitos que debe cumplir un sistema informático para resolver problemas o conseguir objetivos de organizaciones y personas.

c_2:Administrar Bases de Datos por medio de un Sistema Gestores de Base de Datos (SGBD).

c_3:Planear y administrar proyectos de desarrollo de software.

Una vez establecido el marco de priorización se pasa a la obtención de la información.

	e_1	e_2	e_3
c_1	MDB	M	MMB
c_2	B	MMB	B
c_3	B	MDM	MB

Tabla 2: Preferencias dadas por los expertos

A partir de esta información se selecciona la alternativa ideal.
La alternativa ideal resulta:
$E^{+} =$(MMB, MMB, MB)
Los resultados del cálculo de las distancias nos permiten ordenar los estudiantes de acuerdo al logro de las competencias. En este caso el orden de prioridad es el siguiente $e_3 \succ e_1 \succ e_2$

Estudiante	Distancia
e_1	0.35355339
e_2	0.59160798
e_3	0.18484228

Tabla 3: Cálculo de la distancia

Entre las ventajas planteadas por los especialistas se encuentran la relativa facilidad de la técnica. Los resultados muestran además la aplicabilidad que presentan los modelos de ayuda a la toma de decisión basados en SVN a la evaluación de competencias.

6 Conclusiones

En este trabajo se presentó un modelo de evaluación de competencias. Los estudiantes fueron evaluados mediante los números SVN y la distancia euclidiana para el tratamiento de la neutralidad.
Como trabajos futuros se plantea la incorporación al método operadores de agregación que permitan expresar importancia y compensación. Otros temas de trabajo futuro están en el empleo de la neutrosofía a nuevas áreas de la educación. Adicionalmente se pretende el desarrollo de una aplicación informática como soporte al modelo.

Referencias

1. Vázquez, Y.A., *Educación basada en competencias.* Educar: revista de educación/nueva época, 2001. **16**: p. 1-29.
2. Fernández, J.C., *Análisis del desarrollo de los nuevos títulos de Grado basados en competencias y adaptados al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES).* REDU. Revista de Docencia Universitaria, 2016. **14**(2): p. 135-157.
3. Biswas, P., S. Pramanik, and B.C. Giri, *TOPSIS method for multi-attribute group decision-making under single-valued neutrosophic environment.* Neural computing and Applications, 2016. **27**(3): p. 727-737.
4. Tedesco, J.C., *Educación y sociedad del conocimiento y de la información.* Revista Colombiana de Educación, 2017(36-37).
5. Vidal Ledo, M.J., et al., *Educación basada en competencias.* Educación Médica Superior, 2016. **30**: p. 0-0.
6. García, M.E.C., *La evaluación por competencias en la educación superior.* Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado, 2008. **12**(3): p. 1-16.
7. González, M. and M. Moro Cabero, *La evaluación por competencias: propuesta de un sistema de medida para el grado en Información y Documentación.* BiD: textos universitaris de biblioteconomia i documentació, 2009. **23**(2).
8. Smarandache, F., *A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic.* Philosophy, 1999: p. 1-141.
9. Smarandache, F., *A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic. Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability: Neutrsophic Logic. Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability*. 2005: Infinite Study.

10. Vera, M., et al., Las habilidades del marketing como determinantes que sustentaran la competitividad de la Industria del arroz en el cantón Yaguachi. Aplicación de los números SVN a la priorización de estrategias. Neutrosophic Sets & Systems, 2016. 13.
11. Pérez-Teruel, K. and M. Leyva-Vázquez, Neutrosophic logic for mental model elicitation and analysis. Neutrosophic Sets and Systems, 2012: p. 30.
12. Wang, H., et al., Interval Neutrosophic Sets and Logic: Theory and Applications in Computing: Theory and Applications in Computing. 2005: Hexis.
13. Wang, H., et al., *Single valued neutrosophic sets.* Review of the Air Force Academy, 2010(1): p. 10.
14. Vázquez, M.Y.L., et al., *Modelo para el análisis de escenarios basados en mapas cognitivos difusos: estudio de caso en software biomédico.* Ingenieria y Universidad: Engineering for Development, 2013. **17**(2): p. 375-390.
15. Pérez-Teruel, K., M. Leyva-Vázquez, and M. Espinilla-Estevez. *A linguistic software requirement prioritization model with heterogeneous information*. in *4th International Workshop on Knowledge Discovery, Knowledge Management and Decision Support (EUREKA 2013), Mazatlán (Mexico)*. 2013.
16. Leyva-Vázquez, M., et al., *Técnicas para la representación del conocimiento causal: un estudio de caso en Informática Médica.* Revista Cubana de información en ciencias de la salud, 2013. **24**(1): p. 73-83.
17. Ye, J., *Single-valued neutrosophic minimum spanning tree and its clustering method.* Journal of intelligent Systems, 2014. **23**(3): p. 311-324.
18. Şahin, R. and M. Yiğider, *A Multi-criteria neutrosophic group decision making metod based TOPSIS for supplier selection.* arXiv preprint arXiv:1412.5077, 2014.
19. Pérez-Teruel, K., M. Leyva-Vázquez, and V. Estrada-Sentí, *Mental models consensus process using fuzzy cognitive maps and computing with words.* Ingeniería y Universidad, 2015. **19**(1): p. 173-188.
20. Henríquez Antepara, E.J., et al., *Competencies evaluation based on single valued neutrosophic numbers and decision analysis schema.* Neutrosophic Sets & Systems, 2017.
21. Espinilla, M., et al., *A 360-degree performance appraisal model dealing with heterogeneous information and dependent criteria.* Information Sciences, 2012.

UNIVERSITY OF NEW MEXICO AND NEUTROSOPHIC SCIENCE INTERNATIONAL ASSOCIATION.

Information about the Journal

Neutrosophic Computation and Machine Learning (NCML) is an academic journal that has been created for publications of advanced studies in neutrosophy, neutrosophic set, neutrosophic logic, neutrosophic probability, neutrosophic statistics, Neutrosophic approaches to machine learning, etc. and their applications in any field.

All submitted papers should be professional, in good English or Spanish language, containing a brief review of a problem and obtained results.

All submissions should be designed in using our template.

To submit a paper, e-mail the file to the Editors-in-Chief. To order printed issues, contact the editors. This journal is open-access, non-commercial, academic edition. It is printed for private donations.

The neutrosophics website at UNM is: http://fs.gallup.unm.edu/neutrosophy.htm

The home page of the Journal is accessed on: http://fs.gallup.unm.edu/NCML/

Editors-in-Chief
Prof. Florentin Smarandache, PhD, Postdoc, Mathematics Department, University of New Mexico, Gallup, NM 87301, USA.
Email: smarand@unm.edu

Prof. Maikel Leyva-Vázquez PhD.
Universidad de Guayaquil
Guayaquil Ecuador
E-mail: mleyvaz@gmail.com


ISBN 978-1-59973-562-7
9 781599 735627 >

$39,95